Changes for the Better

MITSUBISHI ELECTRIC

MITSUBISHI CNC

Руководство по программированию (вариант обрабатывающего центра)

Серии M700V/M70V

IB-1501052(RUS)-C

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

Это руководство посвящено ЧПУ Мицубиси серии M700V/M70V.
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

⚠ **Информация, содержащаяся в руководстве изготовителя станка, имеет более высокий приоритет, чем информация под заголовками "Ограничения" или "Используемое состояние" в этом руководстве.**

⚠ **Возможности, не описанные в этом руководстве, следует считать не существующими.**

⚠ **Это руководство составлено в предположении, что все опциональные функции имеются. Обратитесь к соответствующим спецификациям производителя станка перед началом использования.**

⚠ **Подробную информацию о станке см. в руководстве изготовителя станка.**

⚠ **Некоторые экранные страницы и функции могут отличаться в зависимости от системы ЧПУ (или ее версии). Некоторые функции могут быть невозможны. Перед использованием следует проверить все параметры системы.**

Общие меры предосторожности

(1) Более подробное описание см. в следующем руководстве
MITSUBISHI CNC Серии M700V/M70 Руководство по IB-1501050

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".

⚠ОПАСНОСТЬ	**Возможно серьезное травмирование пользователя либо неминуемый летальный исход при неправильных действиях.**
⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	**Возможно серьезное травмирование пользователя либо летальный исход при неправильных действиях.**
⚠ВНИМАНИЕ	**Возможно травмирование пользователя либо физическое повреждение при неправильном управлении.**

Учитывайте, что даже несоблюдение текстов, отнесенных к классу " ⚠ОСТОРОЖНО", может привести к серьезным последствиям в зависимости от ситуации. В любом случае в них приводится важная информация, которая всегда должна учитываться.

⚠ОПАСНОСТЬ

Не применяется в настоящем руководстве.

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

1. Позиции, относящиеся к эксплуатации

⚠ **Если начальная позиция операции установлена в кадре, расположенном в середине программы, и программа запущена, то программа перед установленным кадром не выполняется. Убедитесь в том, что заданы правильные модальные команды G и F и значения координат. Если перед кадром, установленным в качестве начальной позиции, имеются команды смещения системы координат или команды M, S, T и B, выполните требуемые команды с помощью MDI и т. п. Если программа запускается из установленного кадра без выполнения этих операций, имеется опасность столкновения со станком или работы станка на неожиданной скорости, что может привести к поломке инструментов или станка, а также к травмированию оператора.**

⚠ **При управлении постоянной скоростью резания (во время действия модальной команды G96), если целевая ось для управления постоянной скоростью резания движется в направлении центра шпинделя, скорость вращения шпинделя возрастает и может превысить допустимую скорость детали, патрона или т. п. В этом случае во время обработки деталь или т. п. может вырваться, что может привести к поломке инструментов или станка или к травмированию оператора.**

⚠ ВНИМАНИЕ

1. Позиции, относящиеся к продукту и руководству

- ⚠ **Информация, содержащаяся в руководстве изготовителя станка, имеет более высокий приоритет, чем информация под заголовками "Ограничения" или "Используемое состояние" в этом руководстве.**
- ⚠ **Возможности, не описанные в этом руководстве, следует считать не существующими.**
- ⚠ **Это руководство составлено в предположении, что все опциональные функции имеются. Обратитесь к соответствующим спецификациям производителя станка перед началом использования.**
- ⚠ **Подробную информацию о станке см. в руководстве изготовителя станка.**
- ⚠ **Некоторые экранные страницы и функции могут отличаться в зависимости от системы ЧПУ (или ее версии). Некоторые функции могут быть невозможны. Перед использованием следует проверить все параметры системы.**

2. Позиции, относящиеся к эксплуатации

- ⚠ **Прежде чем запускать обработку на самом станке, обязательно выполните графическую проверку, холостой прогон и тестирование в покадровом режиме − чтобы проверить программу обработки, величину компенсации инструмента, величину компенсации детали и т. п.**
- ⚠ **Если во время покадрового останова изменена величина смещения системы координат обрабатываемой детали, новая настройка начинает действовать со следующего кадра.**
- ⚠ **Зеркальное отображение включайте и выключайте в центре зеркального отображения.**
- ⚠ **Если во время автоматической работы (в том числе во время покадрового останова) изменена величина компенсации инструмента, то новая величина активируется со следующего кадра (кадров).**

3. Позиции, относящиеся к программированию

- ⚠ **Команды, в которых после "G" нет никакого значения, интерпретируются как "G00".**
- ⚠ **Выражения ";" "EOB" и "%" "EOR" используются для разъяснения. Действительными кодами являются: В стандарте ISO: "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)".**
- ⚠ **Создавая программу станочной обработки, выберите подходящие условия обработки и обращайте внимание на то, чтобы программа не превышала эксплуатационные показатели, производительность и предельные возможности станка и ЧПУ. Примеры не учитывают условий обработки.**
- ⊘ **Не изменяйте программы стандартных циклов без разрешения изготовителя станка.**
- ⚠ **При программировании многочастной системы обращайте особое внимание на движения программ, относящихся к другим частичным системам.**

Утилизация

(Примечание) Этот символ относится только к странам ЕС. Этот символ соответствует директиве 2006/66/EC, статья 20 "Информация для конечных пользователей", и Приложению II.

Ваш продукт MITSUBISHI ELECTRIC сконструирован и изготовлен с использованием высококачественных материалов и компонентов, которые можно направить на вторичную переработку или повторное использование.
Этот символ означает, что отслужившие свой срок батарейки и аккумуляторы должны быть утилизованы отдельно от бытовых отходов.
Если под вышеприведенным символом имеется химическое обозначение, то это означает, что батарейка или аккумулятор содержит тяжелый металл в определенной концентрации.
Эта информация отражается следующим образом:
Hg: ртуть (0,0005%), Cd: кадмий (0,002%), Pb: свинец (0,004%)
В Европейском Союзе имеются отдельные системы сбора отслуживших батареек и аккумуляторов. Просим сдавать батарейки и аккумуляторы на площадку сбора отходов или предприятие вторичной переработки, организованные вашим местным самоуправлением.

Пожалуйста, помогите нам оберегать окружающую среду, в которой мы живем!

СОДЕРЖАНИЕ

1 Оси управления 1
1.1 Слова координат и управляемые оси 2
1.2 Системы координат и символы нулевых точек координат 3

2 Единицы задания величин 5
2.1 Единицы вводимых настроек 6
2.2 Умножение инкремента вводимых команд 7
2.3 Приращение индексации 8

3 Форматы программы 9
3.1 Формат программы 10
3.2 Формат файлов 14
3.3 Пропуск опционального кадра 16
3.3.1 Пропуск опционального кадра; / 16
3.3.2 Расширение кода пропуска опционального кадра ; /n 17
3.4 G код 19
3.4.1 Модальные и немодальные команды 19
3.4.2 Перечни G-кодов 19
3.5 Меры предосторожности перед началом обработки на станке 23

4 Буферы предварительного считывания 25
4.1 Буферы предварительного считывания 26

5 Позиционные команды 27
5.1 Методы задания позиций в командах ; G90,G91 28
5.2 Преобразование между дюймами и метрическими единицами ; G20, G21 30
5.3 Ввод десятичной точки 32

6 Функции интерполяции 37
6.1 Позиционирование (быстрый ход) ; G00 38
6.2 Линейная интерполяция ; G01 45
6.3 Круговая интерполяция ; G02,G03 47
6.4 Круговая интерполяция с указанием R ; G02,G03 52
6.5 Выбор плоскости ; G17, G18, G19 54
6.6 Нарезание резьбы 56
6.6.1 Нарезание резьбы с постоянным ходом ; G33 56
6.6.2 Нарезание дюймовой резьбы ; G33 61
6.7 Винтовая интерполяция ; G17...G19, G02, G03 63
6.8 Однонаправленное позиционирование ; G60 68
6.9 Цилиндрическая интерполяция ; G07.1 70
6.10 Интерполяция полярных координат ; G12.1,G13.1/G112,G113 77
6.11 Экспоненциальная интерполяция ; G02.3,G03.3 85
6.12 Команда полярных координат ; G16 91
6.13 Спиральная/коническая интерполяция ; G02.0/G03.1(Type1), G02/G03(Type2) 98
6.14 Трехмерная круговая интерполяция ; G02.4,G03.4 103
6.15 Интерполяция NURBS ; G06.2 108
6.16 Интерполяция гипотетической оси ; G07 114

7 Функции подачи 117
7.1 Скорость быстрого хода 118
7.2 Скорость подачи резания 119
7.3 1-разрядная предуставка скорости подачи F 120
7.4 Подача в минуту / подача на оборот (асинхронная/синхронная подача) ; G94,G95 124
7.5 Подача в функции, обратной времени ; G93 126
7.6 Указание скорости подачи и ее проявление на управляемых осях 131
7.7 Ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе 136
7.8 Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе 139

7.9 Контроль точного останова ; G09 148
7.10 Режим контроля точного останова ; G61 152
7.11 Контроль замедления 153
7.11.1 G1 -> G0 контроль замедления 155
7.11.2 G1 -> G1 контроль замедления 156
7.12 Автоматическая подмена в углу детали ; G62 157
7.13 Режим нарезания резьбы метчиком ; G63 163
7.14 Режим резания ; G64 164

8 Выдержка времени 165
8.1 Выдержка (указание времени) ; G04 166

9 Вспомогательные функции 169
9.1 Вспомогательные функции (разряды M8) 170
9.2 Вторичные вспомогательные функции (разряды A8, разряды B8 или разряды C8) 172
9.3 Индексация делительного стола 173

10 Шпиндельные функции 175
10.1 Шпиндельные функции 176
10.2 Управление постоянной скоростью резания ; G96,G97 177
10.3 Настройка фиксированной скорости шпинделя ; G92 179
10.4 Управление шпинделем / осью C 181
10.5 Многошпиндельное управление 185
10.5.1 Многошпиндельное управление II 186

11 Функции инструмента (T-команда) 189
11.1 Функции инструмента (T с 8 разрядами в двоично-десятичном формате) 190

12 Функции компенсации инструмента 191
12.1 Коррекция на инструмент 192
12.2 Компенсация длины инструмента / Отмена компенсации длины инструмента ; G43,G44/G49 196
12.3 Компенсация длины инструмента в направлении его оси ; G43.1/G49 200
12.4 Компенсация радиуса инструмента ; G38,G39/G40/G41,G42 208
12.4.1 Операция компенсации радиуса инструмента 209
12.4.2 Другие команды и операции во время компенсации радиуса инструмента 218
12.4.3 Команды G41/G42 и указание I, J, K 228
12.4.4 Прерывания во время компенсации радиуса инструмента 234
12.4.5 Общие меры предосторожности в отношении компенсации радиуса инструмента 237
12.4.6 Изменение номера компенсации во время режима компенсации 238
12.4.7 Запуск компенсации радиуса инструмента и врезание оси Z 241
12.4.8 Контроль столкновения (зареза) 243
12.4.9 Указание диаметра в качестве величины компенсации 252
12.4.10 Изменение координаты детали во время компенсации радиуса 254
12.5 Трехмерная компенсация радиуса инструмента ; G40/G41,G42 256
12.6 Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки ; G40/G41.2,G42.2 267
12.7 Смещение позиции инструмента ; G45...G48 279
12.8 Ввод компенсации с помощью программы ; G10,G11 287
12.9 Ввод данных управления сроком службы инструмента; G10,G11 292
12.9.1 Ввод данных управления сроком службы инструмента с помощью команды G10 L3 ; G10 L3,G11 292
12.9.2 Ввод данных управления сроком службы инструмента с помощью команды G10 L30 ; G10 L30,G11 294
12.9.3 Меры предосторожности в отношении ввода данных управления сроком службы инструмента 297

13 Вспомогательные программные функции 299
13.1 Стандартные циклы 300
13.1.1 Сверление, засверловка ; G81 304
13.1.2 Сверление, зенковка ; G82 305

13.1.3 Цикл глубокого сверления ; G83 ... 306
13.1.4 Цикл нарезания резьбы метчиком ; G84 ... 307
13.1.5 Расточка ; G85 ... 318
13.1.6 Расточка ; G86 ... 319
13.1.7 Обратная расточка ; G87 ... 320
13.1.8 Расточка ; G88 ... 322
13.1.9 Расточка ; G89 ... 323
13.1.10 Цикл нарезания резьбы метчиком (ось Z) ; G73 ... 324
13.1.11 Цикл обратного нарезания резьбы метчиком ; G74 ... 325
13.1.12 Резание по окружности ; G75 ... 328
13.1.13 Тонкая расточка ; G76 ... 330
13.1.14 Меры предосторожности в отношении использования стандартного цикла ... 332
13.1.15 Возврат в исходную точку и на уровень точки R ; G98,G99 ... 335
13.1.16 Настройка координат детали в режиме стандартного цикла ... 336
13.1.17 Цикл сверления с высокоскоростным отводом ... 337
13.2 Специальный стандартный цикл ... 341
13.2.1 Цикл отверстий для болтов ; G34 ... 342
13.2.2 Линия под углом ; G35 ... 343
13.2.3 Дуга ; G36 ... 344
13.2.4 Решетка ; G37,1 ... 345
13.3 Управление подпрограммами; M98, M99, M198 ... 346
13.3.1 Вызов подпрограммы ; M98,M99 ... 346
13.3.2 Вызов подпрограммы ; M198 ... 351
13.3.3 Вращение фигуры ; M98 I_J_K_ ... 352
13.4 Команды для переменных ... 355
13.5 Пользовательские макросы ... 360
13.5.1 Пользовательские макросы ... 360
13.5.2 Команда вызова макроса ... 361
13.5.2.1 Простые вызовы макросов ; G65 ... 361
13.5.2.2 Модальный вызов A (вызов по команде движения) ; G66 ... 364
13.5.2.3 Модальный вызов B (для каждого кадра) ; G66,1 ... 366
13.5.2.4 Вызов макроса с помощью G-кода ... 367
13.5.2.5 Вызов макроса с помощью вспомогательной команды (с помощью кодов M, S, T, B) ... 368
13.5.2.6 Подробное описание команды вызова макроса ... 369
13.5.3 Вызов макроса с помощью ASCII-кода ... 371
13.5.4 Переменная ... 375
13.5.5 Типы переменных ... 377
13.5.5.1 Общие переменные ... 377
13.5.5.2 Локальные переменные (#1...#33) ... 378
13.5.5.3 Интерфейс ввода-вывода для макросов (#1000...#1035, #1100...#1135, #1200...#1295, #1300...#1395) ... 383
13.5.5.4 Компенсация инструмента ... 390
13.5.5.5 Компенсация системы координат детали (#5201 − #532n) ... 391
13.5.5.6 Сигнализация ЧПУ (#3000) ... 392
13.5.5.7 Суммарное время (#3001, #3002) ... 393
13.5.5.8 Подавление покадрового останова и ожидание сигнала завершения вспомогательной функции (#3003) ... 393
13.5.5.9 Удержание подачи, подмена скорости подачи, команда G09 действительна/недействительна (#3004) ... 394
13.5.5.10 Отображение сообщения и останов (#3006) ... 394
13.5.5.11 Зеркальное отображение (#3007) ... 395
13.5.5.12 Модальные G-команды (#4001-#4021, #4201-#4221) ... 396
13.5.5.13 Другие модальные команды (#4101 − #4120, #4301 − #4320) ... 397
13.5.5.14 Информация о позиции (#5001 − #5140 + n) ... 398
13.5.5.15 Количество обработок деталей (#3901, #3902) ... 401
13.5.5.16 Параметр поворота координат ... 401
13.5.5.17 Параметры конфигурации поворотной оси ... 402
13.5.5.18 Информация реверсной работы ... 403
13.5.5.19 Управление сроком службы инструмента (#60000 − #64700) ... 404
13.5.5.20 Считывание параметров (#100000-#100002, #100010) ... 409

13.5.5.21 Считывание данных контроллера (#100100-#100103,#100110) 413
13.5.5.22 Переменные считывания времени (#3001, #3002, #3011, #3012) 417
13.5.5.23 Переменные доступа к операндам R
(#50000 − #50749, #51000 − #51749, #52000 − #52749) 419
13.5.5.24 Считывание/запись величины компенсации ошибки крепления детали..... 426
13.5.6 Команды операций 427
13.5.7 Управляющие инструкции 432
13.5.8 Команды внешнего вывода ; POPEN,PCLOS,DPRNT 435
13.5.9 Указания 440
13.5.10 Примеры использования пользовательских макросов 442
13.6 Зеркальное отображение на основе G-команды ; G50.1,G51.1 446
13.7 Снятие фаски / скругление угла детали I 450
13.7.1 Снятие фаски на углу детали I ; G01 X_ Y_ ,C 450
13.7.2 Скругление угла детали I ; G01 X_ Y_ ,R_ 452
13.8 Команда линейного угла ; G01 X_/Y_ A_/,A_ 454
13.9 Геометрические команды ; G01 A_ 455
13.10 Резание по окружности ; G12,G13 457
13.11 Ввод программируемых параметров ; G10 L70/L50, G11 459
13.12 Макропрерывание ; M96,M97 461
13.13 Возврат в позицию смены инструмента ; G30.1 - G30.6 469
13.14 Управление нормалью ; G40.1/G41.1/G42.1 472
13.15 Высокоточное управление ; G61.1,G08 484
13.16 Режим высокоскоростной обработки 501
13.16.1 Режим высокоскоростной обработки I, II ; G05 P1, G05 P2 501
13.17 Высокоскоростное высокоточное управление ; G05, G05.1 503
13.17.1 Высокоскоростное высокоточное управление I, II ; G05.1 Q1/Q0,G05 P10000/P0..... 503
13.17.2 Управление SSS 510
13.18 Сплайн ; G05.1 Q2/Q0 516
13.19 Высокоточная сплайновая интерполяция ; G61,2 525
13.20 Масштабирование ; G50/G51 527
13.21 Поворот координат с помощью программы ; G68/G69 532
13.22 Поворот координат на основе параметров ; G10 I_ J_/K_ 540
13.23 Трехмерное преобразование координат ; G68/69 543
13.24 Управление центром инструмента ; G43.4/G43.5 563
13.25 Ожидание и одновременная работа ; !L 596
13.26 Обработка наклонной поверхности ; G68.2, G68.3 599
13.26.1 Принцип определения специальной системы координат с помощью углов Эйлера 600
13.26.2 Принцип определения специальной системы координат с помощью углов крена,
тангажа и рыскания 601
13.26.3 Принцип определения специальной системы координат по трем точкам плоскости 603
13.26.4 Принцип определения специальной системы координат с помощью двух векторов 605
13.26.5 Принцип определения специальной системы координат с помощью углов проекции .. 607
13.26.6 Принцип определения специальной системы координат на основе направления оси
инструмента 609
13.26.7 Управление направлением оси инструмента 611
13.26.8 Подробное описание операции 614
13.26.9 Выбор базовой позиции поворотной оси 618
13.26.10 Связь с другими функциями 624
13.26.11 Указания 627

14 Функции задания системы координат 631
14.1 Слова координат и управляемые оси 632
14.2 Базовая система координат станка, система координат детали и локальная система
координат 633
14.3 Нулевая точка станка и 2-я, 3-я, 4-я референтная позиция (нулевая точка) 634
14.4 Автоматическая настройка система координат 635
14.5 Выбор базовой системы координат станка ; G53 636
14.6 Настройка системы координат ; G92 637
14.7 Возврат в референтную позицию (нулевую точку) ; G28,G29 638
14.8 Возврат во 2-ю, 3-ю и 4-ю референтную позицию (нулевую точку) ; G30 642
14.9 Проверка референтной позиции ; G27 645

14.10 Настройка и смещение системы координат детали ; G54...G59 (G54.1) 646
14.11 Настройка локальной системы координат ; G52 657
14.12 Предварительная настройка системы координат детали ; G92,1 661
14.13 Система координат для поворотной оси 666
14.14 Компенсация ошибки крепления детали ; G54,4 669

15 Функции измерения 683
15.1 Автоматическое измерение длины инструмента ; G37 684
15.2 Функция пропуска ; G31 688
15.3 Многошаговая функция пропуска 1 ; G31.n ,G04 694
15.4 Многошаговая функция пропуска 2 ; G31 P 696
15.5 Пропуск с изменением скорости ; G31 Fn 698
15.6 Программируемое ограничение тока ; G10 L14 ; 702
15.7 Проверка движения перед движением ; G22/G23 703

Приложение 1 Ошибки программы 705

Приложение 2 Очередность приоритетов G-функций 737

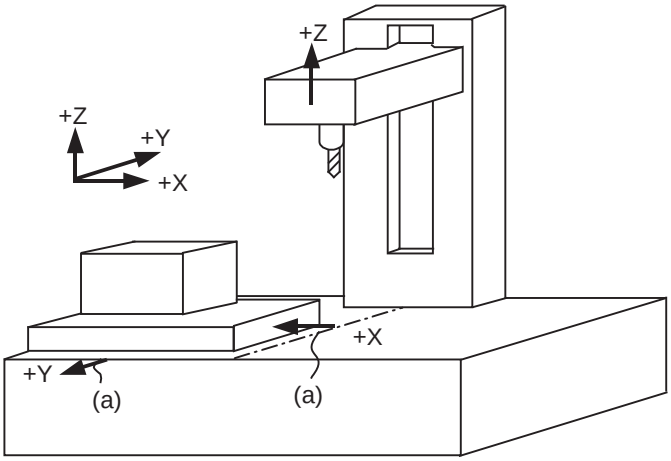
1

Оси управления

1.1 Слова координат и управляемые оси

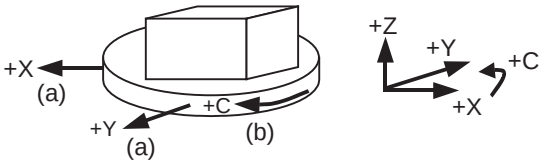
Принцип действия и назначение

Стол X-Y



(a) направление движения стола

Координатно-поворотный стол X-Y



(a) направление движения стола (b) направление поворота стола

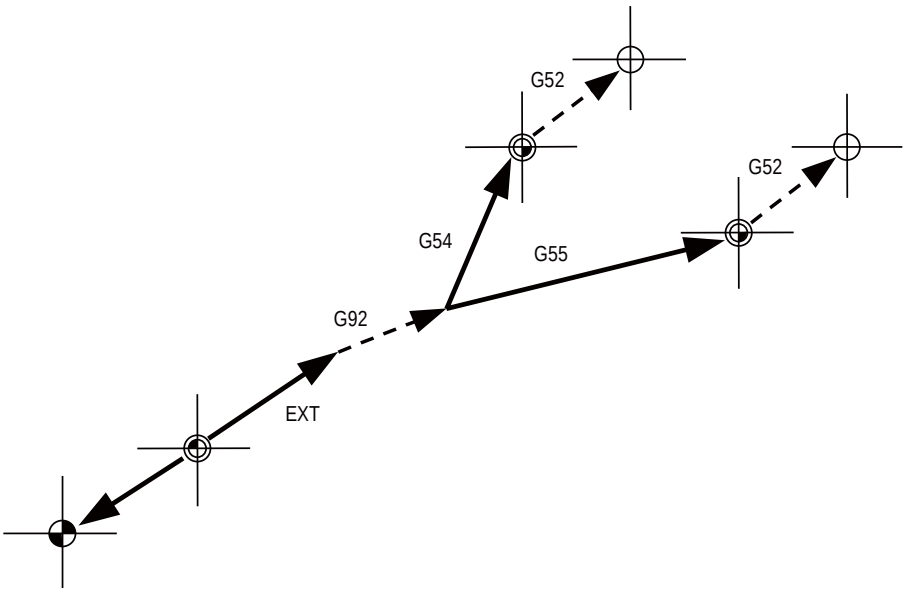
1.2 Системы координат и символы нулевых точек координат

Референтная позиция:
Специфическая позиция для создания систем координат и смены инструментов

Нулевая точка базовых координат станка:
Специфическая позиция относительно станка

Нулевые точки координат детали (G54...G59)
Нулевая точка координат, используемых для обработки детали

Базовая система координат станка − это система координат, отражающая позицию относительно станка (позицию смены инструмента, конечное положение хода и т. п.).
Системы координат детали используются для обработки детали.
После возврата в референтную позицию на основе сигнала DOG вызываются параметры и автоматически настраивается базовая система координат станка и системы координат детали (G54...G59).
Смещение нулевой точки базовых координат станка и референтной позиции устанавливаются в параметрах. (Обычно эти смещения устанавливает изготовитель станка)
Системы координат детали можно настроить с помощью функций настройки систем координат, путем измерения смещения координат детали (необходима дополнительная спецификация) и т. п.



Референтная позиция

Нулевая точка базовых координат станка

Нулевые точки координат детали

Нулевая точка локальных координат

Смещение, установленное с помощью параметра

Смещение, заданное программой (при включении питания задано смещение "0")

G52	Смещение локальной системы координат (*1)
G54	Смещение системы координат детали (G54) (*1)
G55	Смещение системы координат детали (G55)
G92	Смещение системы координат G92
EXT	Внешнее смещение координат детали

(*1) На смещение G52 независимо влияют смещения G54...G59.

Локальные системы координат (G52) применяются к системам координат детали 1...6.
С помощью команды G92 имеется возможность сместить базовую систему координат станка и тем самым преобразовать ее в гипотетическую систему координат станка. Одновременно происходит смещение систем координат детали (G54-G59).

2

Единицы задания величин

2.1 Единицы вводимых настроек

Принцип действия и назначение

Единицы вводимых настроек − это единицы настройки данных, в т. ч. величин компенсации инструментов и компенсации координат детали.
Единицы команд программы − это единицы величин перемещения в программах.
Этими единицами могут быть миллиметры, дюймы или градусы (°).

Подробное описание

Единицы команд программы для каждой оси, а также единицы вводимых настроек, общие для всех осей, определяются путем настройки параметров следующим образом.

	Параметр		Линейная ось		Поворотная ось (°)
			Миллиметр	дюймовая	
Дискретность	#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
Единица команд программы	#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

Указания

(1) Переключение между дюймовой и метрической системой можно сделать в любой экранной странице параметров (#1041 I_inch: действительно только при включенном питании) или с помощью G-команд (G20 или G21).
Однако переключение по G-команде применимо только к единицам команд программы, а не к единицам настройки. Следовательно, величины компенсации инструментов и прочие величины компенсации, а также данные переменных должны быть заранее заданы так, чтобы они соответствовали единицам настройки.

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

(3) Если круговая интерполяция выполняется между осями, единицы команд которых различаются, команда центра (I, J, K) и команда радиуса (R) указываются в единицах настройки. (Используйте десятичную точку во избежание путаницы).

2.2 Умножение инкремента вводимых команд

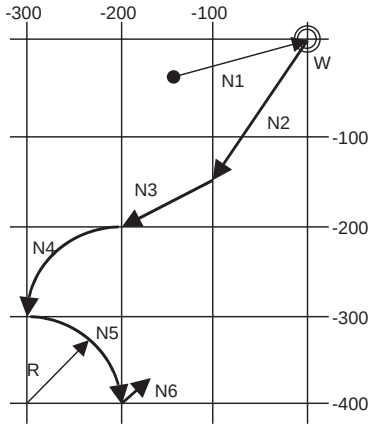
Принцип действия и назначение

Инкремент команд программы можно умножать на произвольный коэффициент, указанный в параметре.
Эта функция действует только в случае, если в инкременте команды не используется десятичная точка.
Коэффициент устанавливается в параметрах.

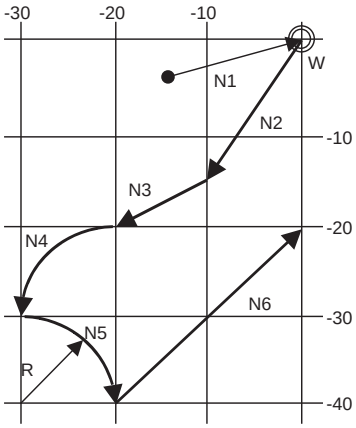
Подробное описание

(1) Если в блоке ЧПУ, в котором инкремент команд установлен на "1 мкм", выполняется программа обработки, созданная с инкрементом команд 10 мкм, то при настройке параметра этой функции на "10" обработка происходит точно как, как предусмотрено первоначальной программой.
(2) Если в блоке ЧПУ, в котором инкремент команд установлен на "0,1 мкм", выполняется программа обработки, созданная с инкрементом команд 1 мкм, то при настройке параметра этой функции на "10" обработка происходит точно так, как это предусмотрено первоначальной программой.
(3) Эта функция не может использоваться для функция выдержки времени G04_X_(P_);.
(4) Эта функция не может использоваться для ввода величины компенсации инструмента.
(5) Эта функция может использоваться, если действует десятичная точка типа I, однако не может использоваться для десятичной точки типа II.

Пример программы (программа обработки: запрограммированная с 1 = 10 мкм) (система в блоке ЧПУ 1 =1 мкм)	**Параметр "UNIT*10"**			
	10		1	
	X	Y	X	Y
N1 G90 G00 X0 Y0;	0	0	0	0
N2 G91 X-10000 Y-15000;	-100.000	-150.000	-10.000	-15.000
N3 G01 X-10000 Y-5000 F500;	-200.000	-200.000	-20.000	-20.000
N4 G03 X-10000 Y-10000 J-10000;	-300.000	-300.000	-30.000	-30.000
N5 X10000 Y-10000 R5000;	-200.000	-400.000	-20.000	-40.000
N6 G01 X20.000 Y20.000	-180.000	-380.000	0.000	-20.000



"UNIT*10" включен



"UNIT*10" выключен

2.3 Приращение индексации

Принцип действия и назначение

Эта функция ограничивает значения в командах для вращающейся оси.
Ее можно использовать для индексации поворотного стола и т. п. Если в команде программы задается иное значение кроме приращения индексации (настройка параметра), возникает ошибка программы.

Подробное описание

Если установлено приращение индексации (параметр), ограничивающее значение команды, то поворотная ось может позиционироваться только на основе приращения индексации. 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) Если приращение индексации установлено на "2 градуса", то команда позиции конечной точки в координатах станка может быть задана только с шагом в 2 градуса.
G90 G01 C102.000 ; ... Перемещение в угол 102 градуса.
G90 G01 C101.000 ; ... Ошибка программы
G90 G01 C102 ; ... Перемещение в угол 102 градуса. (Тип II десятичной точки)

Используется следующий параметр спецификации оси.

#	Элемент		Подробное описание	Диапазон установки (единица)
2106	Единица шага	Индексированное приращение	Установите приращение индексации, на основе которого возможно позиционирование поворотной оси.	От 0 до 360 (о)

Указания

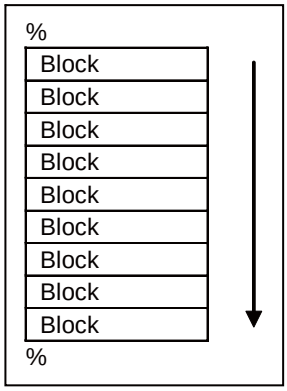
(1) Если приращение индексации установлено, позиционирование выполняется в единицах "градусы".
(2) Индексированная позиция проверяется только для вращающейся оси и не проверяется для остальных осей.
(3) Если приращение индексации установлено на "2 градуса", в качестве поворотной оси установлена "ось B", и ось B перемещается в толчковом режиме в позицию 1.234, то при подаче команды "G90B5." или "G91B2." возникает ошибка индексации.

3

Форматы программы

3.1 Формат программы

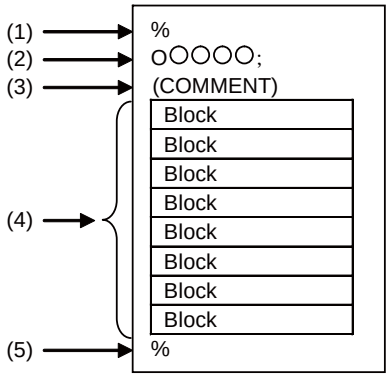
Программа − это набор команд, присвоенный ЧПУ для выполнения движений станка.
Программа состоит из набора более мелких элементов, называемых кадрами.
Кадры задают последовательность станочных операций.
Кадры записываются в очередности фактического движения инструмента.
Кадр, в свою очередь, состоит из слов, образующих команды для выполнения операций.
Слово − это сочетание знаков (букв, цифр, символов) в определенной последовательности.



Подробное описание

Программа

Формат программы выглядит следующим образом.



(1) Начало программы
В начале программы введите код "конец записи" ("end of record", EOR, %).
При записи программы в ЧПУ этот оператор добавляется автоматически. Если используется внешнее устройство, не забудьте ввести этот код в начале программы. Более подробную информацию см. в описании формата файла.

(2) Номер программы
Номера программ используются для классификации программ − основная программа или подпрограмма. Номер программы начинается с адреса "O", за которым следует число длиной до 8 разрядов. Номера программ должны быть записаны в заголовке программ. Имеется настройка, запрещающая редактирование (блокировка редактирования). Для этого следует выбрать номер программы в диапазонах O8000 и O9000. См. инструкции по блокировке редактирования.

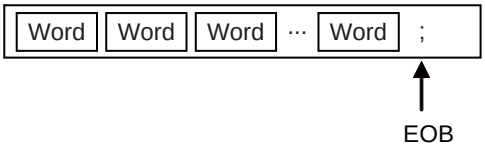
(3) Комментарий
Данные между открывающей "(" и закрывающей ")" скобкой игнорируются.
В комментарий можно записать различную информацию, включая названия программ и прочие пояснения.

(4) Область программы
Программа представляет собой набор различных кадров.

(5) Конец программы
В конце программы введите код "конец записи" ("end of record", EOR, %).
При записи программы в ЧПУ этот оператор добавляется автоматически.

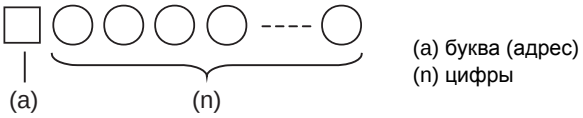
Кадр и слово

[Кадр]



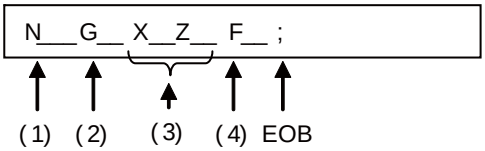
Кадр − это наименьший шаг команды.
Кадр состоит из слов. Кадр содержит информацию, необходимую станку для выполнения специфической операции.
Один кадр образует одну законченную операцию. Конец каждого кадра обозначается кодом "конец кадра" ("end of block", EOB, для удобства заменяемый символом ";").

[Слово]



Слово состоит из буквы, называемой адресом, и цифр (числовой информации). Значения числовой информации и количество значащих разрядов слов различаются в зависимости от адреса.

Ниже описаны основные виды слов.



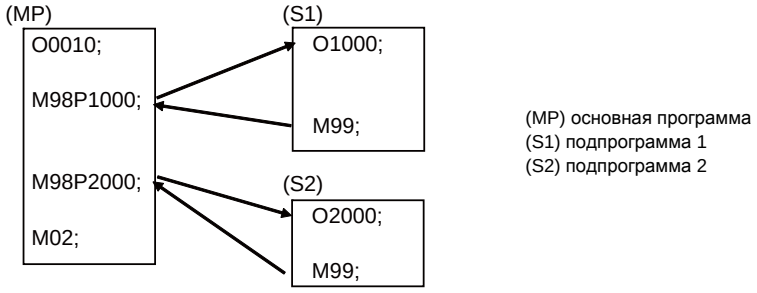
(1) Номер последовательности
"Номер последовательности" состоит из адреса "N", за которым следует число длиной до 6 разрядов (обычно 3 или 4 разряда). Этот номер используется в качестве индекса, если в программе необходимо найти определенный кадр (в качестве цели перехода при разветвлениях программы и т. п.).
Этот номер не влияет на работу станка.

(2) Подготовительные функции (G-код, G-функция)
"Подготовительная функция (G-код, G-функция)" состоит из адреса "G", за которым следует число из 2 или 3 разрядов (возможен также 1 разряд после десятичной точки). G-коды преимущественно используются для обозначения таких функций как движения осей и настройка систем координат. Например, код G00 выполняет позиционирование, а код G01 − линейную интерполяцию.
Имеются 6 типов систем G-кодов: 2, 3, 4, 5, 6 и 7. См. описание системы G-кодов для имеющихся G-кодов.

(3) Слова координат
"Слова координат" указывают координату позиции и величину перемещения осей станка. Они состоят из адреса, обозначающего каждую ось станка, за которым следует числовая информация (арифметические знаки "+" или "−" и цифры).
В качестве адресов используются буквы X, Y, Z, U, V, W, A, B и C. Координаты позиций и величины перемещений указываются либо "инкрементными командами", либо "абсолютными командами".

(4) Функции подачи (функции F)
"Функции подачи (функции F)" служат для указания скорости инструмента относительно обрабатываемой детали. Они состоят из адреса "F", за которым следует число.

Основная программа и подпрограммы



Постоянные последовательности или часто используемые параметры могут быть сохранены в памяти системы как подпрограммы, вызов которых при необходимости производится из основной программы. Если во время выполнения основной программы задана команда вызова подпрограммы, выполняется подпрограмма. После завершения подпрограммы возобновляется работа основной программы.
Более подробную информацию о выполнении подпрограмм см. в описании управления подпрограммами.

3.2 Формат файлов

Принцип действия и назначение

Файл программы можно создать с помощью экрана редактирования ЧПУ и компьютера.
Его можно передавать между памятью ЧПУ и внешним устройством ввода-вывода. Жесткие диски в блоке ЧПУ считаются внешним устройством ввода-вывода. Более подробную информацию о методах ввода-вывода см. в руководстве.
Формат файла программы может различаться в зависимости от того, в каком устройстве была создана программа.

Подробное описание

Возможные устройства ввода-вывода

Для ввода и вывода программных файлов можно использовать следующие устройства:

Внешнее устройство ввода-вывода	M700VW	M700VS	M70V
Память ЧПУ	○	○	○
HD (внутренний жесткий диск)	○	-	-
Последовательное устройство	○	○	○
Карта памяти (передняя карта IC)	○	○	○
DS (карта типа компакт-флэш с боковой стороны блока управления ЧПУ)	○	-	-
Дискета	○	-	-
Память USB	-	○	-
Ethernet	○	○	○
Сервер Anshin-net	○	○	○

Формат файла программы

Каждому внешнему устройству ввода-вывода свойственен следующий формат файла.

(1) Память ЧПУ (создание программы в ЧПУ)

```
(COMMENT) ;
G28XYZ ;
  :
  :
M02 ;
%
```

Конец записи (EOR, %)	Код "конец записи" (EOR, %) добавляется автоматически. Его не требуется вводить намеренно.
Номер программы (номер "O")	Не нужен.
Передача файла	Если из памяти ЧПУ на внешнее устройство последовательно передаются несколько программ, то во внешнем устройстве они объединяются в единый файл. Если файл во внешнем устройстве, содержащий множество программ, передается в память ЧПУ как устройство последовательного доступа, он разделяется на файлы, содержащие по одной программе.

(2) Внешнее устройство (за исключением таких последовательных устройств как карта памяти, DS, FD, память USB)

[Одиночная программа]	[Множественная программа]
CRLF (COMMENT) CRLF G28 XYZ CRLF : : M02 CRLF % ^Z	CRLF O100(COMMENT) CRLF G28 XYZ CRLF : : M02 CRLF O101(COMMENT1) CRLF : M02 CRLF % ^Z

Конец записи (EOR, %)	Первая строка (от % до LF или до CR LF) пропускается. Кроме того, не передается содержимое после второго символа %. В первую строку необходимо вставить "%". Если этого не сделать, необходимая информация не сможет быть передана в файл памяти ЧПУ.
Номер программы (номер "O")	Номер O перед комментарием (COMMENT) игнорируется. В этом случае приоритет имеет имя файла.
Передача файла	Передача и проверка множественных программ между внешними устройствами, за исключением "последовательное" <_> "последовательное", не возможны. Если файл во внешнем устройстве, содержащий множество программ, передается в память ЧПУ как устройство последовательного доступа, он разделяется на файлы, содержащие по одной программе. Если из внешнего устройства, не являющегося последовательным, в память ЧПУ по одной передаются несколько разделенных программ (множественная программа), то название головной программы можно опустить (указать как "(COMMENT)") только в случае, если в качестве имени целевого файла указано поле имен файлов операнда "B".
Название программы	Для названия программы можно использовать до 32 буквенно-числовых знаков (для программы многочастной системы до 29 знаков).
Конец кадра (EOB, ;)	Если параметр ввода-вывода "Вывод CR" установлен на "1", код EOB преобразуется в CRLF.

(3) Внешнее устройство (последовательное)

% LF
O100(COMMENT) LF
G28 XYZ LF
:
:
M02 LF
%

Конец записи (EOR, %)	Первая строка (от % до LF или до CR LF) пропускается. Кроме того, не передается содержимое после второго символа %. В первую строку необходимо вставить "%". Если этого не сделать, необходимая информация не сможет быть передана в файл памяти ЧПУ.
Передача файла	Передача и проверка множественных программ между внешними устройствами, за исключением "последовательное" <_> "последовательное", не возможны. Если файл передается последовательно, то название головной программы можно опустить (указать как "(COMMENT)") только в случае, если в качестве имени целевого файла указано поле имен файлов операнда B.
Название программы	Для названия программы можно использовать до 32 буквенно-числовых знаков (для программы многочастной системы до 29 знаков).
Конец кадра (EOB, ;)	Если параметр ввода-вывода "Вывод CR" установлен на "1", код EOB преобразуется в CRLF.

3.3 Пропуск опционального кадра

3.3.1 Пропуск опционального кадра; /

Принцип действия и назначение

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

Подробное описание

Если выключатель пропуска опционального кадра включен, то кадры, начинающиеся с кода "/", игнорируются.
Они выполняются при отключении данной функции. Проверка четности выполняется вне зависимости от того, активирована функция опционального пропуска кадра или нет.
Например, если для одной детали должны выполняться все кадры, а для другой детали определенные кадры выполняться не должны, то, вставив в начале этих кадров код "/", для обработки обеих деталей можно использовать одну и ту же командную ленту.

Указания

(1) Для пропуска опционального кадра вставьте код "/" в начале кадра. Если вставить данный символ внутри кадра, это будет значить макрофункцию пользователя (команда деления).
(пример)
N20 G1 X25. /Y25. ; .....NG (пользовательский макрос, оператор деления; в результате возникает ошибка программы.)
/N20 G1 X25. Y25. ; .....OK

(2) Проверки четности (H и V) выполняются вне зависимости от состояния выключателя пропуска опционального кадра.

(3) Пропуск опционального кадра обрабатывается непосредственно перед буфером предварительного считывания.
По этой причине невозможно пропустить кадр, считанный в буфер предварительного чтения.

(4) Эта функция действует даже во время поиска номера последовательности.

(5) Во время сохранения на ленте и считывания с ленты все кадры с кодом "/" вводятся и выводятся вместе с другими кадрами вне зависимости от состояния выключателя пропуска опционального кадра.

3.3.2 Расширение кода пропуска опционального кадра ; /n

Принцип действия и назначение

С помощью кода "/n (n:1...9)" (косая черта) можно выбрать, должен ли кадр выполняться во время автоматической работы и учитываться при поиске.
Используя в программе коды "/n", можно применять одну и ту же программу для обработки различных деталей.

Подробное описание

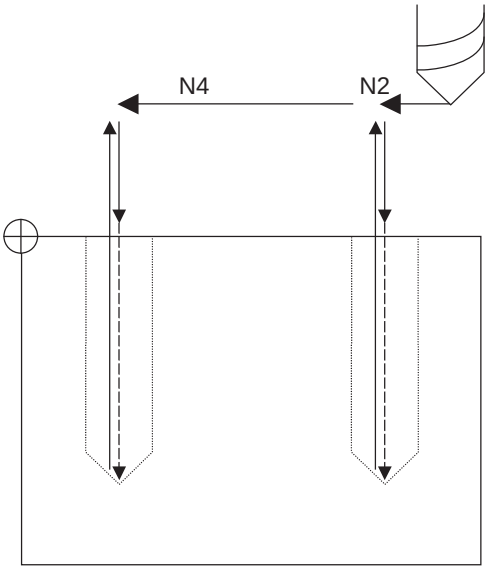
Если в начале кадра запрограммирован код "/n" и сигнал n пропуска опционального кадра включен, то кадр с кодом "/n" пропускается. Если код "/n" вставлен внутри кадра (а не в начале), то программа выполняется в соответствии с настройкой параметра "#1226 aux10/бит 1".
Если сигнал n пропуска опционального кадра выключен, блок с кодом "/n" выполняется.

Пример программы

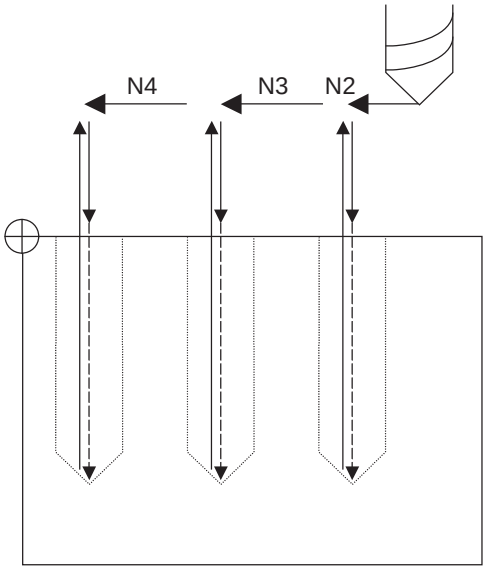
(1) Для обработки двух деталей, изображенных на рисунке ниже, используется следующая программа. Если сигнал 5 пропуска опционального кадра включен, изготовляется деталь 1. Если сигнал 5 пропуска опционального кадра выключен, изготовляется деталь 2.

```
      N1 G54 ;
      N2 G90 G81 X50. Z-20. R3. F100 ;
/5    N3 X30. ;
      N4 X10. ;
      N5 G80 ;
      M02 ;
```

Деталь 1
Сигнал 5 пропуска опционального блока включен



Деталь 2
Сигнал 5 пропуска опционального блока выключен



(2) Если в начале одного и того же кадра заданы два или более кода "/n", то кадр игнорируется, если включен какой-либо из сигналов n пропуска опционального кадра, соответствующих этим кодам.

```
      N01 G90 Z3. M03 S1000 ;
 /1/2 N02 G00 X50. ;
 /1/2 N03 G01 Z-20. F100 ;
 /1/2 N04 G00 Z3. ;
 /1  /3 N05 G00 X30. ;
 /1  /3 N06 G01 Z-20. F100 ;
 /1  /3 N07 G00 Z3. ;
  /2/3 N08 G00 X10. ;
  /2/3 N09 G01 Z-20. F100 ;
  /2/3 N10 G00 Z3. ;
      N11 G28 X0 M05 ;
      N12 M02 ;
```

(a) Сигнал 1 пропуска опционального кадра включен (сигнал 2.3 пропуска опционального кадра выключен)
N01 -> N08 -> N09 -> N10 -> N11 -> N12

(b) Сигнал 2 пропуска опционального кадра включен (сигнал 1.3 пропуска опционального кадра выключен)
N01 -> N05 -> N06 -> N07 -> N11 -> N12

(c) Сигнал 3 пропуска опционального кадра включен (сигнал 1.2 пропуска опционального кадра выключен)
N01 -> N02 -> N03 -> N04 -> N11 -> N12

(3) Если параметр "#1226 aux10/бит 1" установлен на "1" и внутри одного и того же кадра имеются два или более кода "/n", то команды, следующие в кадре за кодом "/n", игнорируются, если включен какой-либо из сигналов n пропуска опционального кадра, соответствующих этим кодам.

```
N01 G91 G28 X0.Y0.Z0.;
N02 G01 F1000;
N03 X1. /1 Y1. /2 Z1.;
N04 M30;
```

Кадр N03 будет работать следующим образом:
(a) Если сигнал 1 пропуска опционального кадра включен, а сигнал 2 пропуска опционального кадра выключен: "Y1. Z1." игнорируется.
(b) Если сигнал 1 пропуска опционального кадра выключен, а сигнал 2 пропуска опционального кадра включен: "Z1." игнорируется.

3.4 G код

3.4.1 Модальные и немодальные команды

G-коды определяют режимы каждого кадра в программах.
G-коды могут представлять собой модальную или немодальную команду.
Модальные команды всегда представляют собой один из G-кодов группы, определяющий режим ЧПУ. Режим поддерживается до тех пор, пока не будет подана команда отмены или команда иного G-кода, относящаяся к той же группе.
Немодальная команда определяет режим ЧПУ только во время ее выполнения. В отношении следующего кадра она уже не действует.

3.4.2 Перечни G-кодов

G код	Группа	Функция	Раздел
Δ 00	01	Позиционирование	6.1
Δ 01	01	Линейная интерполяция	6.2
02	01	Круговая интерполяция CW (по часовой стрелке) Круговая интерполяция CW, задаваемая с помощью R Винтовая интерполяция CW Спиральная/коническая интерполяция CW (тип 2)	6.3 6.4 6.7 6.13
03	01	Круговая интерполяция CCW (против часовой стрелки) Круговая интерполяция CCW, задаваемая с помощью R Винтовая интерполяция CCW Спиральная/коническая интерполяция CCW (тип 2)	6.3 6.4 6.7 6.13
02.1	01	Спиральная/коническая интерполяция CW (тип 1)	6.13
03.1	01	Спиральная/коническая интерполяция CCW (тип 1)	6.13
02.3	01	Экспоненциальная интерполяция, положительное вращение	6.11
03.3	01	Экспоненциальная интерполяция, отрицательное вращение	6.11
02.4	01	Трехмерная круговая интерполяция	6.14
03.4	01	Трехмерная круговая интерполяция	6.14
04	00	Выдержка времени Функция многошагового пропуска 1	8.1
05	00	Режим высокоскоростной обработки Высокоскоростное высокоточное управление II	13.16 13.17
05.1	00	Высокоскоростное высокоточное управление I Сплайн	13.17 13.18
06.2	01	Интерполяция NURBS	6.15
07	00	Интерполяция гипотетической оси	6.16
07.1 107	21	Цилиндрическая интерполяция	6.9
08	00	Высокоточное управление	13.15
09	00	Контроль точного останова	7.9
10	00	Ввод данных из программы (параметры / данные компенсации / данные поворота координат параметров)	12.8 13.11 13.22
11	00	Отмена ввода данных из программы	12.8 13.11
12	00	Резание по окружности CW (по часовой стрелке)	13.10
13	00	Резание по окружности CCW (против часовой стрелки)	13.10
12.1 112	21	Интерполяция полярных координат включена	6.10
* 13.1 113	21	Отмена интерполяции полярных координат	6.10
14			
* 15	18	Включение команды полярных координат	6.12
16	18	Выключение команды полярных координат	6.12
Δ 17	02	Выбор плоскости X-Y	6.5
Δ 18	02	Выбор плоскости Z-X	6.5
Δ 19	02	Выбор плоскости Y-Z	6.5
Δ 20	06	Дюймовое задание величин	5.2
Δ 21	06	Метрическое задание величин	5.2
22	04	Включение проверки хода перед перемещением	15.7
23	04	Отмена проверки хода перед перемещением	15.7

G код	Группа	Функция	Раздел
24			
25			
26			
27	00	Контроль референтной позиции	14.9
28	00	Возврат в опорную позицию	14.7
29	00	Возврат в начальную позицию	14.7
30	00	Возврат в референтную позицию 2...4	14.8
30.1	00	Выход в позицию смены инструмента 1	13.13
30.2	00	Выход в позицию смены инструмента 2	13.13
30.3	00	Выход в позицию смены инструмента 3	13.13
30.4	00	Выход в позицию смены инструмента 4	13.13
30.5	00	Выход в позицию смены инструмента 5	13.13
30.6	00	Выход в позицию смены инструмента 6	13.13
31	00	Пропуск Функция многошагового пропуска 2	15.2 15.4
31.1	00	Функция многошагового пропуска 1-1	15.3
31.2	00	Функция многошагового пропуска 1-2	15.3
31.3	00	Функция многошагового пропуска 1-3	15.3
32			
33	01	Нарезание резьбы	6.6
34	00	Специальный стандартный цикл (окружность отверстий для болтов)	13.2
35	00	Специальный стандартный цикл (линия под углом)	13.2
36	00	Специальный стандартный цикл (дуга)	13.2
37	00	Автоматическое измерение длины инструмента	15.1
37.1	00	Специальный стандартный цикл (решетка)	13.2
38	00	Указание вектора компенсации радиуса инструмента	12.4
39	00	Дуга на углу детали при компенсации радиуса инструмента	12.4
* 40	07	Отмена компенсации радиуса инструмента Отмена трехмерной компенсации радиуса инструмента Отмена компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки	12.4 12.5 12.6
41	07	Компенсация радиуса инструмента слева Трехмерная компенсация радиуса инструмента слева	12.4 12.5
42	07	Компенсация радиуса инструмента справа Трехмерная компенсация радиуса инструмента справа	12.4 12.5
* 40.1	15	Отмена управления нормалью	13.14
41.1	15	Включение управления нормалью слева	13.14
42.1	15	Включение управления нормалью справа	13.14
41.2	07	Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки (слева)	12.6
42.2	07	Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки (справа)	12.6
43	08	Компенсация длины инструмента (+)	12.2
44	08	Компенсация длины инструмента (−)	12.2
43.1	08	Компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента	12.3
43.4	08	Управление центром инструмента, тип 1	13.24
43.5	08	Управление центром инструмента, тип 2	13.24
45	00	Смещение позиции инструмента (расширение)	12.7
46	00	Смещение позиции инструмента (уменьшение)	12.7
47	00	Смещение позиции инструмента (удвоение)	12.7
48	00	Смещение позиции инструмента (уменьшение вдвое)	12.7
* 49	08	Отмена компенсации длины инструмента Компенсация длины инструмента в направлении его оси Отмена управления центром инструмента	12.2 12.3 13.24
* 50	11	Отмена масштабирования	13.20
51	11	Включение масштабирования	13.20

G код	Группа	Функция	Раздел
* 50.1	19	Отмена зеркального отображения с помощью G-команды	13.6
51.1	19	Включение зеркального отображения с помощью G-команды	13.6
52	00	Задание местной системы координат	14.11
53	00	Выбор базовой системы координат станка	14.5
53.1	00	Управление направлением оси инструмента	13.26
* 54	12	Выбор системы координат 1 детали	14.10
55	12	Выбор системы координат 2 детали	14.10
56	12	Выбор системы координат 3 детали	14.10
57	12	Выбор системы координат 4 детали	14.10
58	12	Выбор системы координат 5 детали	14.10
59	12	Выбор системы координат 6 детали	14.10
54.1	12	Выбор системы координат детали, расширение на 48/96 наборов	14.10
54.4	27	Компенсация ошибки крепления детали	14.14
60	00	Однонаправленное позиционирование	6.8
61	13	Режим контроля точного останова	7.10
61.1	13	Включение высокоточного управления 1	13.15
61.2	13	Высокоточная сплайновая интерполяция	13.19
62	13	Автоматическая коррекция подачи на углах	7.12
63	13	Режим нарезания резьбы метчиком	7.13
63.1	13	Режим синхронного нарезания резьбы метчиками (обычное нарезание резьбы метчиком)	
63.2	13	Режим синхронного нарезания резьбы метчиками (обратное нарезание резьбы метчиком)	
* 64	13	Режим резания	7.14
65	00	Вызов макроса пользователя	13.5.2.1
66	14	Модальный вызов макроса пользователя A	13.5.2.2
66.1	14	Модальный вызов макроса пользователя B	13.5.2.3
* 67	14	Отмена модального вызова макроса пользователя	13.5.2
68	16	Включение поворота координат с помощью программы / включение режима трехмерного преобразования координат	13.21 13.23
68.2	16	Команда обработки наклонной поверхности	13.26
68.3	16	Команда обработки наклонной поверхности (определяется с использованием направления оси инструмента)	13.26
* 69	16	Отмена поворота координат с помощью программы / Выключение режима трехмерного преобразования координат / Отмена команды обработки наклонной поверхности	13.21 13.23 13.26
70	09	Пользовательский стандартный цикл	
71	09	Пользовательский стандартный цикл	
72	09	Пользовательский стандартный цикл	
73	09	Стандартный цикл (шаг)	13.1.10
74	09	Стандартный цикл (обратное нарезание резьбы метчиком)	13.1.11
75	09	Стандартный цикл (цикл круговой резки)	13.1.12
76	09	Стандартный цикл (тонкая расточка)	13.1.13
77	09	Пользовательский стандартный цикл	
78	09	Пользовательский стандартный цикл	
79	09	Пользовательский стандартный цикл	
* 80	09	Отмена стандартного цикла	13.1
81	09	Стандартный цикл (сверление/засверливание)	13.1.1
82	09	Стандартный цикл (сверление/расточка)	13.1.2
83	09	Стандартный цикл (глубокое сверление)	13.1.3
84	09	Стандартный цикл (нарезание резьбы метчиком)	13.1.4
85	09	Стандартный цикл (сверление)	13.1.5
86	09	Стандартный цикл (сверление)	13.1.6
87	09	Стандартный цикл (обратная расточка)	13.1.7
88	09	Стандартный цикл (сверление)	13.1.8

G код	Группа	Функция	Раздел
89	09	Стандартный цикл (сверление)	13.1.9
Δ 90	03	Задание в абсолютных значениях	5.1
Δ 91	03	Инкрементное задание	5.1
92	00	Задание системы координат/ Задание предельной скорости шпинделя	14.6
92.1	00	Предварительная настройка системы координат детали	14.12
93	05	Подача в функции, обратной времени	7.5
Δ 94	05	Подача в минуту (асинхронная подача)	7.4
Δ 95	05	Подача на оборот (синхронная подача)	7.4
Δ 96	17	Постоянство скорости резания ВЫКЛ	10.2
Δ 97	17	Асинхронная подача (минутная подача)	10.2
* 98	10	Возврат на исходный уровень стандартного цикла	13.1.15
99	10	Возврат на уровень точки R стандартного цикла	13.1.15
100 - 225	00	Пользовательский макрос (вызов с помощью G-кода), макс. 10	13.5.2

Указания

(1) Коды, помеченные звездочкой (*), являются кодами, которые выбраны или должны быть выбраны в начальном состоянии. Коды, помеченные символом Δ, являются кодами, которые выбраны или должны быть выбраны в начальном состоянии с помощью параметров.

(2) Если в одном и том же кадре заданы два или более G-кода из одной и той же группы, действует G-код, заданный последним.

(3) Этот перечень G-кодов содержит обычные G-коды. В зависимости от станка, могут присутствовать перемещения осей, отличные от стандартных, когда они вызываются макрофункцией G-команд. См. руководство изготовителя станка.

(4) Происходит или нет инициализация модального состояния, зависит от сигнала сброса.
(a) "Сброс 1"
Если параметр "#1151 rstinit" включен, происходит инициализация модального состояния.
(b) "Сброс 2" и "Сброс и обратная перемотка"
При поступлении сигнала происходит инициализация модального состояния.
(c) Сброс при срабатывании аварийного останова
Соответствует "Сбросу 1".
(d) Если модальное состояние автоматически сбрасывается при запуске отдельных функций, например, функции возврата в референтную позицию.
Соответствует "Сбросу и обратной перемотке".

⚠ ВНИМАНИЕ **1. Команды «без значения после G» будут восприняты как «G00».**

3.5 Меры предосторожности перед началом обработки на станке

⚠ ВНИМАНИЕ

1. Меры предосторожности перед началом обработки 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.
2. Прежде чем запускать обработку на самом станке, обязательно выполните графическую проверку, холостой прогон и прогон в покадровом режиме − чтобы проверить программу станочной обработки, величину компенсации инструмента, величину смещения детали и т. п.

4

Буферы предварительного считывания

4.1 Буферы предварительного считывания

Принцип действия и назначение

Во время автоматической обработки обычно заранее считывается содержимого одного кадра вперед, чтобы анализ программы происходил плавно. Однако во время компенсации радиуса инструмента предварительно считываются максимум 5 кадров − для расчета точки пересечения и проверки на столкновения.

Подробное описание

Буферы предварительного считывания 1 кадра работают по следующему принципу:

(1) Данные 1 кадра сохраняются в этом буфере.
(2) Если включена функция пропуска комментариев и опционального кадра, участок данных от кода "/" (косая черта) до кода EOB не считывается в буфер предварительного считывания.
(3) Содержимое буфера предварительного считывания стирается при сбросе.
(4) Если во время непрерывной работы включен покадровый режим, то буфер предварительного считывания сохраняет данные следующего кадра, а затем прекращает работать.
(5) Чтобы запретить предварительное считывание М-команды, управляющей внешними устройствами, и инициировать перерасчет, имеется следующий способ:
Идентифицируйте М-команду, управляющую внешними устройствами с помощью контроллера, и включите "запрос перерасчета" по выходному сигналу контроллера. (При включении "запроса перерасчета" предварительно считанная программа перерассчитывается.)

Указания

(1) В зависимости от того, как выполняется программа − непрерывно или в покадровом режиме, различается момент активации/дезактивации внешних управляющих сигналов, в т. ч. пропуска опционального кадра.
(2) Если внешний управляющий сигнал (например, пропуск опционального кадра) включается и выключается с помощью М-команды, то операция внешнего управления не будет иметь эффекта для программы, предварительно считанной с помощью буферных регистров.

5

Позиционные команды

5.1 Методы задания позиций в командах ; G90,G91

Принцип действия и назначение

С помощью команд G90 и G91 имеется возможность выбрать абсолютный или инкрементный способ задания координат для последующих команд.
Команды радиуса окружности с указанием R и команды центра окружности с указанием I, J, K всегда являются инкрементными командами.

Формат команды

G90/G91 X__ Y__ Z__ α__ ;

G90	Абсолютная команда
G91	Инкрементная команда
X,Y,Z,α	Значения координат (α является дополнительной осью)

Подробное описание

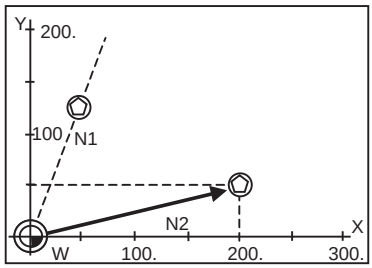
(1) В абсолютном режиме выполнять перемещение в позицию системы координат детали, указанную в программе, можно вне зависимости от текущей позиции.

N1 G90 G00 X0 Y0 ;

В инкрементном режиме текущей позицией является начальная точка (0) и движение выполняется только на основе значения, указанной в программе в виде инкрементной величины.

N2 G90 G01 X200. Y50. F100 ;
N2 G91 G01 X200. Y50. F100 ;

Если команда задается из точки 0 в системе координат детали, то координаты команды в абсолютном и инкрементном режиме не отличаются друг от друга.



Инструмент

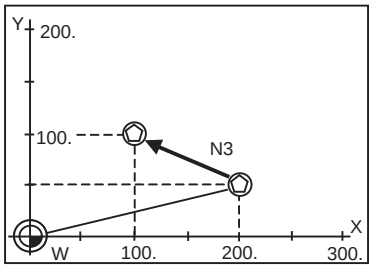
(2) Для следующего кадра последняя заданная команда G90/G91 становится модальной.

(G90) N3 X100. Y100. ;

Ось движется в позицию X = 100. мм и Y = 100. мм в системе координат детали.

(G91) N3 X-100. Y50. ;

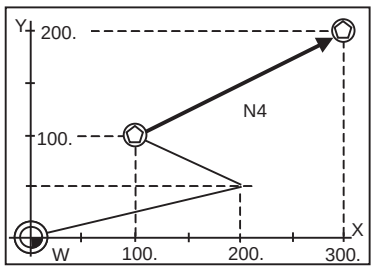
Ось X совершает перемещение -100. мм, а ось Y − перемещение +50.0 мм, заданные в инкрементном виде. В результате ось X перемещается в позицию 100. мм, а ось Y − в позицию 100. мм.



(3) Так как в одном и том же кадре можно задавать несколько команд, имеется возможность указывать специфические адреса либо в абсолютном, либо в инкрементном режиме.

N4 G90 X300. G91 Y100. ;

Ось X обрабатывается в абсолютном режиме и по команде G90 перемещается в позицию 300. мм в системе координат детали. Ось Y перемещается на +100. мм по команде G91. В результате этого ось Y перемещается в позицию 200. мм. В следующем кадре модальной остается команда G91, т. е. устанавливается инкрементный режим.



(4) С помощью параметра #1073 I_Absm имеется возможность выбрать способ задания координат (абсолютный или инкрементный), действующий после включения питания.

(5) Даже если команда подается путем ручного ввода данных (MDI), с этого кадра она обрабатывается как модальная.

5.2 Преобразование между дюймами и метрическими единицами ; G20, G21

Принцип действия и назначение

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

Формат команды

G20; ... Дюймовое задание величин

G21; ... Метрическое задание величин

Подробное 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 смысл только для линейных осей. В отношении поворотных осей он недействителен.

Единица вывода, единица команды и единица настройки

Единица для счетчиков, настройки параметров и индикации устанавливается с помощью параметра "#1041 I_inch". 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

Элемент	"Начальная единица − дюймы" ВЫКЛ. (метрические внутренние единицы) #1041 I_inch =0		"Начальная единица − дюймы" ВКЛ. (дюймы в качестве внутренней единицы) #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 PLC

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

Указания

(1) Параметры и данные инструментов вводятся и выводятся в единицах, установленных в параметре "#1041 I_inch".
При отсутствии параметра "#1041 I_inch"единицы измерения будут соответствовать используемым в данный момент в ЧПУ.

(2) Единица считывания и записи, используемая в окне контроллера, фиксированно установлена на метрическую вне зависимости от параметра и модальной команды G20/G21.

(3) Если команда G20/G21 задана в том же кадре, что и следующие G-коды, возникает ошибка программы (P33). Задайте функцию в отдельном кадре.
- G05 (режим высокоскоростной обработки)
- G7.1 (цилиндрическая интерполяция)
- G12.1 (интерполяция полярных координат)

5.3 Ввод десятичной точки

Принцип действия и назначение

Эта функция позволяет вводить десятичные точки. Описываются варианты применения десятичной точки. Десятичная точка ставится в метрических или дюймовых величинах перемещения, расстояния, скорости и т.д.
С помощью параметра "#1078 Decpt2" можно выбрать, как должен обрабатываться самый младший разряд данных без десятичной точки − как минимальное приращение команды ввода (тип I) или как нулевая точка (тип II).

Подробное описание

(1) Команда десятичной точки действует в отношении расстояний, углов, времени, скоростей и масштабов в программах станочной обработки. (Примечание: только после G51)
(2) В таблице ниже пояснены значения команд данных без десятичных точек в зависимости от типа ввода десятичной точки (тип I и тип II).

Команда	Единицы задания	Тип I	Тип II
X1;	cunit=10000	1000 (мкм, 10^{-4}дюйма,10^{-3}°)	1 (мм, дюйм, °)
	cunit= 1000	100	1
	cunit= 100	10	1
	cunit= 10	1	1

(3) Адресами, в которых десятичные точки действуют, являются следующие адреса: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C, I, J, K, E, F, P, Q и R. Однако адрес P действителен только во время масштабирования. Более подробную информацию см. в перечне.
(4) В команде десятичной точки значение команды имеет следующий диапазон. (единица ввода команд cunit = 10)

	Команда перемещения (линейная)	Команда перемещения (вращающаяся)	Скорость подачи	Выдержка времени
Единицы задания [мм]	от -99999,999 до 99999,999	от -99999,999 до 99999,999	от 0,001 до 10000000,000	от 0 до 99999,999
Единицы задания [дюйм]	от -9999,9999 до 9999,9999		от 0,0001 до 1000000,0000	

(5) Команда десятичной точки действует даже для команд, определяющих данные переменных для использования в подпрограммах.
(6) Если активирована самая маленькая команда десятичной точки, минимальной единицей для команды без десятичной точки является минимальная единица ввода команд, настроенная в спецификациях (1 мкм, 10 мкм и т. п.). Или можно выбрать "мм". Это выбор можно сделать с помощью параметра "#1078 Decpt2".
(7) Команды десятичной точки для адреса, в котором наличие десятичной точки не допускается, обрабатываются как целочисленные данные. Все данные за десятичной точкой игнорируются. Адресами, в которых десятичная точка недействительна, являются адреса D, H, L, M, N, O, S и T. Однако все команды переменных обрабатываются как данные с десятичными точками.
(8) "Десятикратное увеличение приращения вводимых команд" применяется в режиме "десятичная точка, тип I", но не действует в режиме "десятичная точка, тип II".

Ввод десятичной точки I, II и действительность команд десятичной точки

Если десятичные точки не используются в адресе, для которого команда десятичной точки является действительной, то ввод десятичной точки типа I и II проявляется следующим образом. Является ли команда десятичной точки действительной или недействительной для определенного адреса, пояснено в таблице ниже.
Если команда использует десятичную точку, оба типа ввода десятичной точки (I и II) дают один и тот же результат.

(1) Ввод десятичной точки, тип I
Самый младший разряд данных команды совпадает с единицей команды.
(Пример) Если в системе 1 мкм задана команда "X1", то это имеет такой же результат как подача команды "X0.001".

(2) Ввод десятичной точки, тип II
Самый младший разряд данных команды совпадает с единицей команды.
(Пример) Если в системе 1 мкм задана команда "X1", то это имеет такой же результат как подача команды "X1.".

- Используемые адреса и действие команд десятичной точки -

Адрес	Команда десятичной точки	Применение	Примечания
A	Действительно	Координаты позиции	
	Недействительно	Поворотный стол	
	Недействительно	Код вспомогательной функции	
	Действительно	Угловые данные	
	Недействительно	Настройки данных, номера осей (G10)	
B	Действительно	Координаты позиции	
	Недействительно	Поворотный стол	
	Недействительно	Код вспомогательной функции	
C	Действительно	Координаты позиции	
	Недействительно	Поворотный стол	
	Недействительно	Код вспомогательной функции	
	Действительно	Величина обхода угла	,c
D	Недействительно	Номера компенсации (позиция инструмента, радиус инструмента)	
	Действительно	Автоматическое измерение длины инструмента: расстояние замедления d	
	Недействительно	Настройка данных: данные байтового типа	
	Недействительно	Номер операнда для сохранения подпрограммы	,D
E	Действительно	Дюймовая резьба: количество ниток, прецизионная резьба: ход	
F	Действительно	Скорость подачи, скорость автоматического измерения длины инструмента	
	Действительно	Шаг резьбы	
	Действительно	Шаг по оси Z при синхронном нарезании резьбы	
G	Действительно	Подготовительная функция	
H	Недействительно	Номер компенсации длины инструмента	
	Недействительно	Номера последовательностей в подпрограммах	
	Недействительно	Ввод программируемого параметра: данные битового типа	
	Недействительно	Выбор базового шпинделя	

Адрес	Команда десятичной точки	Применение	Примечания
I	Действительно	Координаты центра дуги, центр поворота фигуры	
	Действительно	Компоненты вектора компенсации радиуса инструмента	
	Действительно	Расстояние между осями отверстий в специальном стандартном цикле	
	Действительно	Радиус вырезаемой окружности (величина увеличения)	
	Действительно	Диапазон "в позиции" G0/G1, диапазон "в позиции" цикла сверления G0	,I
	Действительно	Проверка хода перед перемещением: нижние предельные координаты	
J	Действительно	Координаты для центра дуги и центра поворота фигуры	
	Действительно	Компоненты вектора компенсации радиуса инструмента	
	Действительно	Расстояние между осями отверстий или угол для специального стандартного цикла	
	Действительно	Диапазон "в позиции" G0/G1, диапазон "в позиции" цикла сверления G1	
	Действительно	Проверка хода перед перемещением: нижние предельные координаты	
K	Действительно	Координаты для центра дуги и центра поворота фигуры	
	Действительно	Компоненты вектора компенсации радиуса инструмента	
	Недействительно	Число отверстий специального стандартного цикла	
	Недействительно	Количество повторов цикла сверления	
	Действительно	Проверка хода перед перемещением: нижние предельные координаты	
L	Недействительно	Число повторений стандартного цикла и подпрограммы	
	Недействительно	Ввод данных компенсации инструмента из программы / ввод смещения детали: выбор типа	L2, L20, L10, L11 L12, L13,
	Недействительно	Ввод программируемого параметра: выбор настройки данных	L70
	Недействительно	Ввод программируемого параметра: данные двухсловного типа	4 байта
	Недействительно	Данные жизни инструмента	
M	Недействительно	Вспомогательная функция	
N	Недействительно	Номера последовательностей	
	Недействительно	Ввод программируемого параметра: номера данных	
O	Недействительно	Номера программ	
P	Недейств./действ.	Выдержка времени	Параметр
	Недействительно	Вызов подпрограммы: номер программы	
	Недейств./действ.	Выдержка на дне отверстия в цикле нарезания резьбы метчиком	Параметр
	Недействительно	Число отверстий специального стандартного цикла	
	Недействительно	Величина шага винтовой линии	
	Недействительно	Номер смещения (G10)	
	Недействительно	Постоянный номер оси для управления скоростью поверхности	
	Недействительно	Ввод программируемого параметра: номер широкой классификации	
	Недействительно	Команда сигнала многошаговой функции пропуска 2	
	Недействительно	№ последовательности для возврата из подпрограммы	
	Недействительно	Номер возврата во 2-ю, 3-ю, 4-ю референтную позицию	
	Действительно	Масштабирование	
	Недействительно	Тип высокоскоростного режима	
	Недействительно	Номер системы координат детали (расширенные)	
	Недействительно	№ группы данных жизни инструмента	
Q	Действительно	Величина снятия в цикле глубокого сверления	
	Действительно	Величина смещения обратной расточки	
	Действительно	Величина смещения тонкой расточки	
	Недействительно	Минимальная фиксированная скорость шпинделя	
	Действительно	Начальный угол смещения для нарезания винтовой резьбы	
	Недействительно	Метод управления данными жизни резца	

Адрес	Команда десятичной точки	Применение	Примечания
R	Действительно	Точка R в стандартном цикле	
	Действительно	Радиус дуги, указанный с помощью R	
	Действительно	Радиус дуги R на углу детали	,R
	Действительно	Величина смещения (G10)	
	Недействительно	Переход синхронное/ асинхронное нарезание резьбы метчиками	
	Действительно	Автоматическое измерение длины инструмента: расстояние замедления r	
	Действительно	Угол поворота	
S	Недействительно	Команды шпинделя	
	Недействительно	Максимальная фиксированная скорость шпинделя	
	Недействительно	Постоянная скорость резания: скорость резания	
	Недействительно	Ввод программируемого параметра: данные словного типа	2 байта
T	Недействительно	Команды инструмента	
U	Действительно	Координаты позиции	
V	Действительно	Координаты позиции	
W	Действительно	Координаты позиции	
X	Действительно	Координаты позиции	
	Действительно	Выдержка времени	
Y	Действительно	Координаты позиции	
Z.	Действительно	Координаты позиции	

(Примечания 1)В аргументах пользовательского макроса все десятичные точки действительны.

Пример программы

(1) Пример программы с адресом, содержащим действительную десятичную точку

Пример программы	Команда десятичной точки 1		Команда десятичной точки 2 Если 1 = 1 мм
	Если 1 = 1 мкм	Если 1 = 10 мкм	
G0 X123.45 (все десятичные точки являются точками миллиметров)	X123.450 мм	X123.450 мм	X123.450 мм
G0 X12345	X12.345 мм (последний разряд соответствует единице 1 мкм)	X123.450 мм	X12345.000 мм
#111=123 #112=5.55 X#111 Y#112	X123.000 мм Y5.550 мм	X123.000 мм Y5.550 мм	X123.000 мм Y5.550 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

Указания

(1) Если вставлен оператор арифметического действия, данные интерпретируются как данные с десятичной точкой.
(Пример 1) G00 X123+0 ;
Это соответствует команде 123 мм для оси X. Число не интерпретируется как 123 мкм.

6

Функции интерполяции

6.1 Позиционирование (быстрый ход) ; G00

Принцип действия и назначение

Эта команда сопровождается словами координат и выполняет высокоскоростное позиционирование инструмента из текущей точки (начальной точки) в конечную точку, указанную словами координат.

Формат команды

G00 X__ Y__ Z__α__,I__ ; ... Позиционирование (быстрый ход)

X, Y, Z, α	Значения координат (α является дополнительной осью) Отображается абсолютная или инкрементная позиция в зависимости от состояния команды G90/G91 на этот момент.
,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". 1...999999 (мм)

Адреса команды действительны для всех дополнительных осей.

Подробное описание

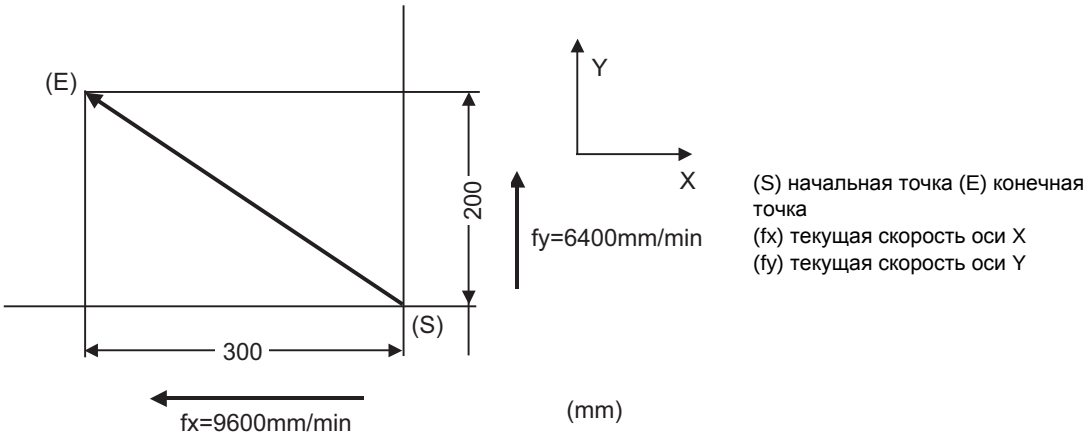
(1) Позиционирование выполняется на скорости быстрого хода, настроенной в параметре "#2001 rapid".
(2) Команда G00 относится к группе 01 и является модальной. Если подряд задаются несколько команд G00, то начиная со второго кадра достаточно указывать только слова координат.
(3) В режиме G00 в начальной и конечной точке кадра всегда происходит ускорение и замедление. Перед переходом к следующему кадру, в конечной точке выполняется заданное в команде замедление или проверка "в позиции", чтобы убедиться в том, что движение завершено для всех движущихся осей в каждой частичной системе.
(4) G-функции (G72...G89) в 09-й группе отменяются (G80) командой G00.

⚠ ВНИМАНИЕ **1. Команды «без значения после G» будут восприняты как «G00».**

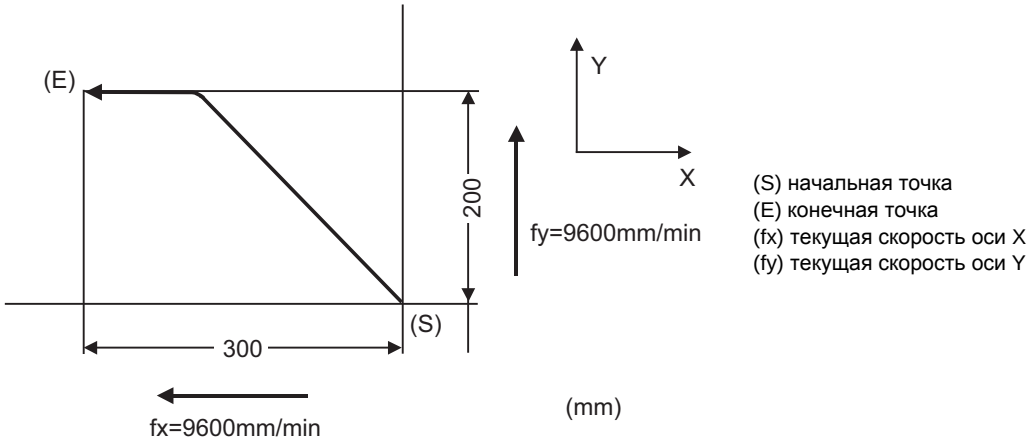
Траектория инструмента

Траекторию движения инструмента (линейную или нелинейную) можно выбрать с помощью параметра "#1086 G0Intp". При изменении траектории время позиционирования не изменяется.

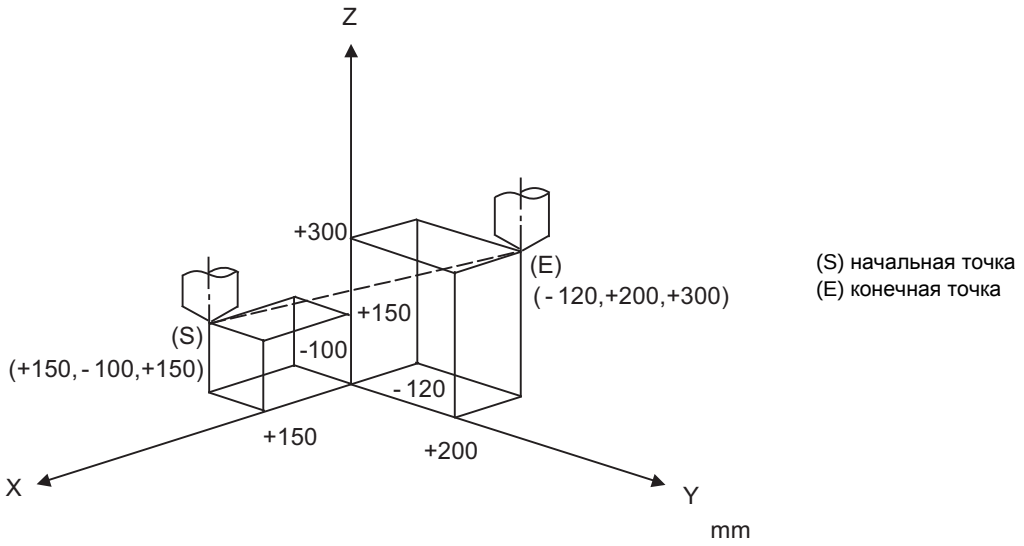
(1) Линейная траектория: Если параметр "#1086 G0Intp" установлен на "0"
При позиционировании инструмент движется по кратчайшему пути, соединяющему начальную и конечную точку. Скорость позиционирования рассчитывается автоматически, чтобы получить минимальное время перемещения, но чтобы командные скорости для каждой оси не превысили скорость быстрого хода. Например, если скорости быстрого хода осей X и Y одинаковые и равны 9600 мм/мин;
G91 G00 X-300000 Y200000 ; (с единицей настройки 0,001 мм)
Инструмент будет двигаться по траектории, показанной на рисунке ниже.



(2) Нелинейная траектория: Если параметр "#1086 G0Intp" установлен на "1"
При позиционировании инструмент движется по траектории от начальной к конечной точке на скорости быстрого хода каждой оси.
Например, если скорости быстрого хода осей X и Y одинаковые и равны 9600 мм/мин;
G91 G00 X-300000 Y200000 ; (с единицей настройки 0,001 мм)
Инструмент будет двигаться по траектории, показанной на рисунке ниже.



Пример программы




```
G91 G00 X-270. Y300. Z150. ;
```

Меры предосторожности в отношении контроля замедления

Имеются два метода контроля замедления − задание замедления в команде и контроль "в позиции". Метод выбирается с помощью параметра "#1193 inpos".
Кадр с командой диапазона "в позиции" выполняет проверку "в позиции" с временно измененным диапазоном "в позиции". (Программируемая команда диапазона "в позиции")
Метод контроля замедления, настроенный в параметре базовой спецификации "#1193 inpos", используется для кадров, в которых не имеется команды диапазона "в позиции".
Во время подачи резания, а также если включено распознание ошибок, проверка "в позиции" выполняется принудительно.

Быстрый ход (G00)		**#1193 inpos**	
		0	**1**
Команда ,I	Нет	Замедление в команде (Контроль замедления в команде может различаться в зависимости от типа ускорения/ замедления, настроенного в "#2003 smgst", бит 3-0)	Метод контроля "в позиции" (проверка "в позиции" на основе параметра "#2077 G0inps", "#2224 SV024")
	Да	Метод контроля "в позиции" (проверка "в позиции" на основе команды ",I" и параметров "#2077 G0inps", "#2224 SV024")	

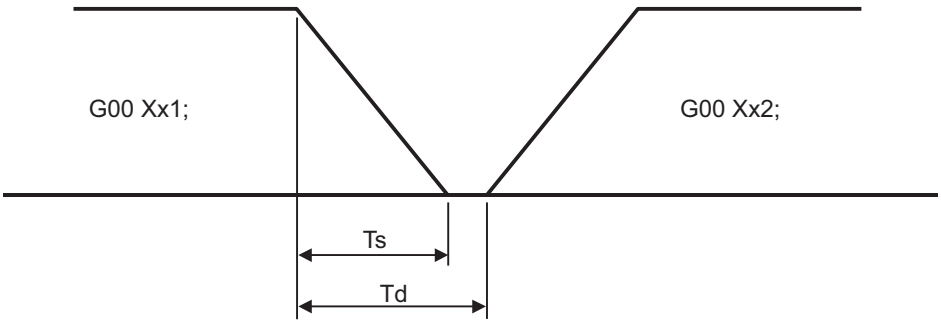
Скорость подачи резания (G01)		**#1193 inpos**	
		0	**1**
Команда ,I	Нет	Замедление в команде (Контроль замедления в команде может различаться в зависимости от типа ускорения/ замедления, настроенного в "#2003 smgst" бит 7-4)	Метод контроля "в позиции" (проверка "в позиции" на основе параметра "#2078 G1inps", "#2224 SV024")
	Да	Метод контроля "в позиции" (проверка "в позиции" на основе команды ",I" и параметров "#2078 G1inps", "#2224 SV024")	

* Следующие описания относятся к случаю быстрого хода. Для случая G01 замените параметры соответствующими параметрами.

Метод замедления в команде, если "inpos" = "0"

После завершения быстрого хода (G00) следующий кадр будет выполнен по истечении контрольного времени замедления (Td).
Контрольное время замедления (Td) зависит от типа ускорения/замедления, настроенного в параметре "#2003 smgst", следующим образом:

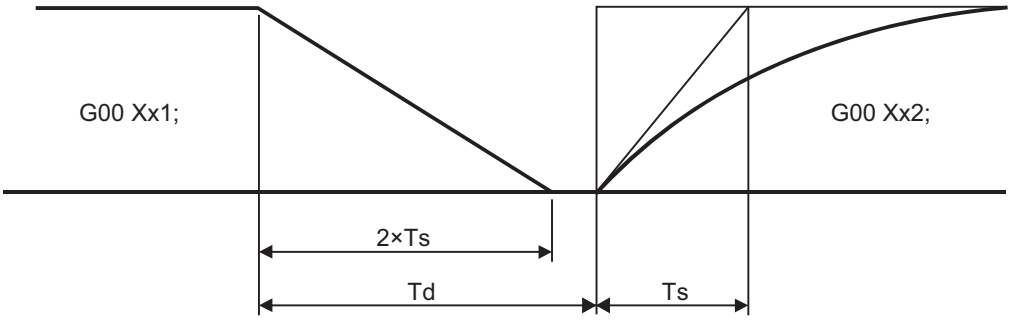
(1) Линейное ускорение / линейное замедление



(Ts) Постоянная времени ускорения/замедления

(Td) Контрольное время замедления: Td = Ts + (0...7 мс)

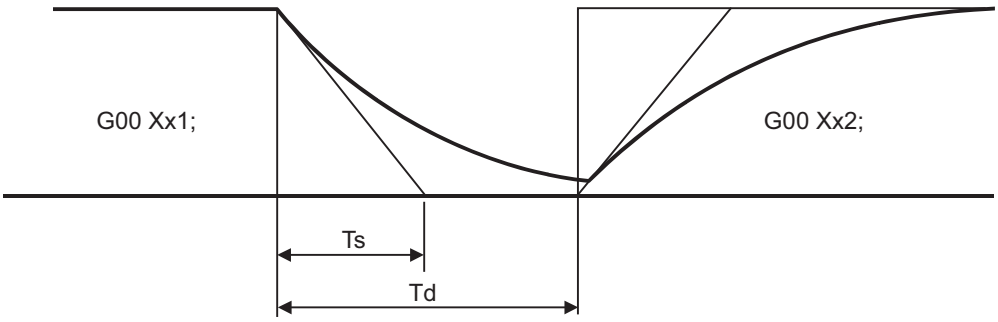
(2) Экспоненциальное ускорение / линейное замедление



(Ts) Постоянная времени ускорения/замедления

(Td) Контрольное время замедления: Td = 2 × Ts + (0...7 мс)

(3) Экспоненциальное ускорение / экспоненциальное замедление (первичная задержка)



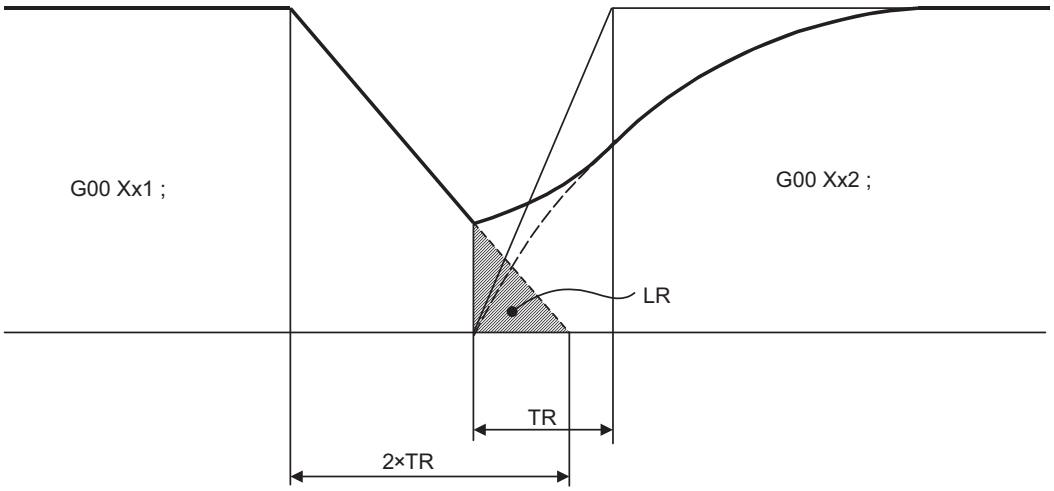
(Ts) Постоянная времени ускорения/замедления

(Td) Контрольное время замедления: Td = 2 × Ts + (0...7 мс)

Время, необходимое для контроля замедления, является самым длительным интервалом среди интервалов контроля замедления каждой оси, определенных режимом ускорения/замедления и постоянными времени одновременно управляемых осей.

Метод контроля "в позиции", если "inpos" = 1

После завершения быстрого хода (G00) следующий кадр будет выполнен только после подтверждения, что остаточные расстояния для каждой оси меньше установленных величин. Подтверждение остаточного расстояния должно быть сделано с учетом диапазона "в позиции". В качестве диапазона "в позиции" устанавливается больший из двух параметров − параметра сервоусилителя "#2224 SV024" и параметра "#2077 G0inps" для диапазона "в позиции" команды G0 (для команды G01 диапазон "в позиции" устанавливается параметром "#2078 G1inps").

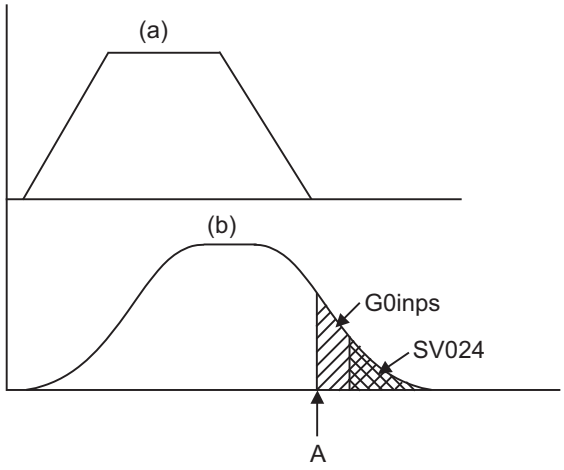


(TR) Постоянная времени ускорения и замедления для быстрого хода
(LR) Диапазон "в позиции"

Диапазон "в позиции" LR показывает остающееся расстояние предыдущего кадра при запуске следующего кадра (затененная зона на рисунке выше).

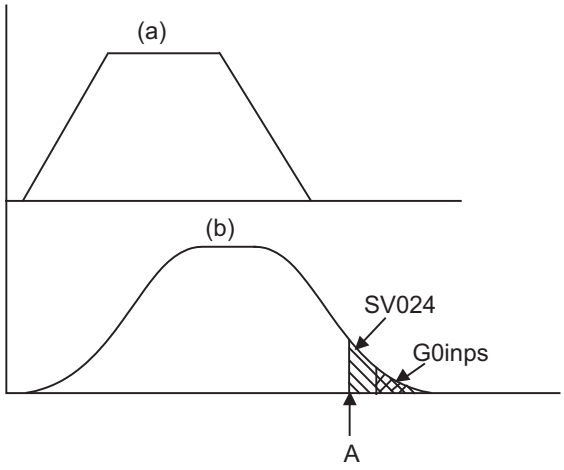
Цель контроля замедления при быстром ходе заключается в минимизации времени позиционирования. Чем больше настройка для диапазона "в позиции", тем короче время, однако остаточное расстояние предыдущего кадра при запуске следующего кадра также становится больше и это может стать помехой для обработки. Проверка остаточных расстояний выполняется через определённые интервалы. Поэтому может оказаться невозможным получить эффект уменьшения времени позиционирования путем настройки диапазона "в позиции".

(1) Контроль "в позиции" с помощью G0inps: Если SV024 < G0inps (останов предполагается в точке A на рисунке)



(a) Команда на двигатель
(b) Диаграмма движения двигателя

(2) Контроль "в позиции" с использованием SV024: Если G0inps < SV024 (останов предполагается в точке A на рисунке)



(a) Команда на двигатель
(b) Диаграмма движения двигателя

Программируемая команда диапазона "в позиции"

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

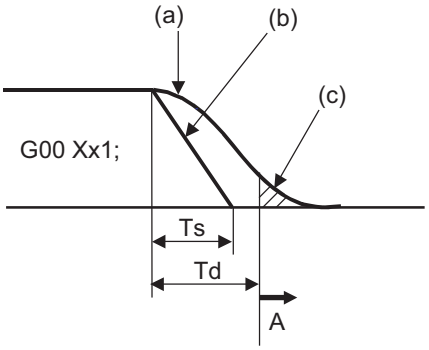
G00 X_ Y_ Z_ ,I_ ;	
X,Y,Z	Значения координат каждой оси для позиционирования
,I	Диапазон выхода на заданную позицию

Выполнение следующего кадра начинается после подтверждения того, что величина позиционной ошибки командного кадра позиционирования (быстрый ход: G00) меньше, чем диапазон "в позиции", заданный в этой команде.
Бóльшая величина диапазона "в позиции" из той, что установлена в параметре (SV024, G0inps (для G01, G1inps)), и той, что указана в программе, применяется в качестве диапазона "в позиции".
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.

Различия в методах контроля "в позиции"

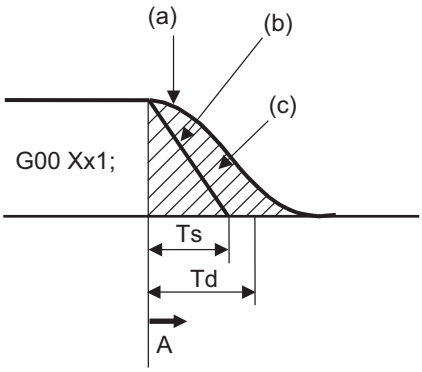
Контроль "в позиции" с помощью параметра и с помощью программируемой команды различается следующим образом:

(1) Контроль "в позиции" с помощью параметра
После завершения замедления системы команд (A) величина ошибки позиции сервосистемы сравнивается с настройкой параметра (диапазоном "в позиции").



(a) Позиция сервосистемы станка
(b) Команда
(c) Диапазон "в позиции" (величина ошибки позиции сервосистемы)
(Ts) Постоянная времени ускорения/замедления
(Td) Контрольное время замедления: Td = Ts + (0...7 мс)

(2) Контроль "в позиции" с помощью программируемый команды (команда адреса ",I")
После активации замедления системой команд (A) величина ошибки позиции сравнивается с диапазоном "в позиции", заданным в команде.



(a) Позиция сервосистемы станка
(b) Команда
(c) Диапазон "в позиции" (величина ошибки между конечной точкой команды и позицией станка)
(Ts) Постоянная времени ускорения/замедления
(Td) Контрольное время замедления: Td = Ts + (0...7 мс)

6.2 Линейная интерполяция ; G01

Принцип действия и назначение

Эта команда сопровождается словами координат и командой скорости подачи. Команда линейно перемещает (интерполирует) инструмент из его текущей позиции в конечную точку, указанную словами координат, на скорости, указанной адресом F. В этом случае скорость подачи, указанная адресом F, всегда является линейной скоростью в направлении продвижения центра вершины инструмента.

Формат команды

G01 X__ Y__ Z__ α__ F__ ,I__ ; ... Линейная интерполяция

X,Y,Z,α	Значения координат (α является дополнительной осью) Отображается абсолютная или инкрементная позиция в зависимости от состояния команды G90/G91 на этот момент.
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". 1...999999 (мм)

Подробное описание

(1) Команда G01 является модальной командой группы 01. Если задаются несколько команд G01 подряд, то начиная со второго кадра достаточно указывать только слова координат.
(2) Скорость подачи для поворотной оси задается в команде в виде °/мин (единица позиции с десятичной точкой). (F300 =300°/мин)
(3) G-функции (G72 ~ G89) в группе 09 отменяются (G80) командой G01.

Программируемая команда диапазона "в позиции" для линейной интерполяции

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

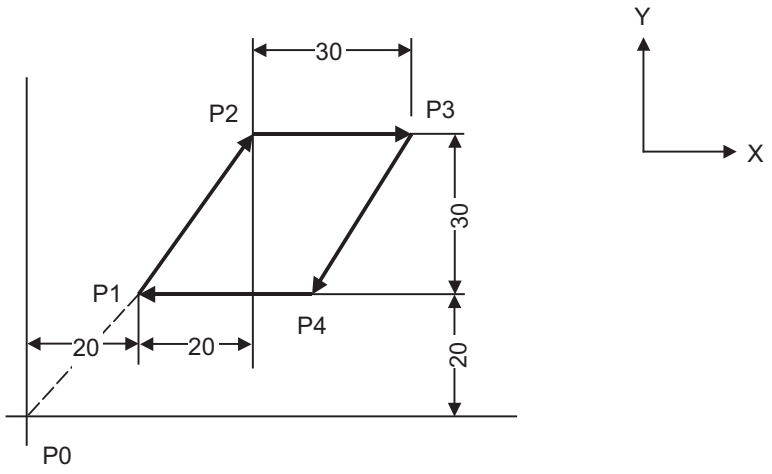
G01 X_ Y_ Z_ F_ ,I_ ;	
X,Y,Z	Значения координат для каждой оси
F	Скорость подачи
,I	Диапазон выхода на заданную позицию

Заданный диапазон выхода на заданную позицию действителен в команде линейной интерполяции только при выполнении проверки замедления.
- Если выключатель обнаружения ошибок включен.
- Если в том же кадре задается команда G09 (контроль точного останова).
- Если выбран режим G61 (режим контроля точного останова).

(Примечания 1)Более подробную информацию об операции проверки "в позиции" см. в разделе "Позиционирование (быстрый ход); G00".

Пример программы

(Пример) Обработка в последовательности P1 -> P2 -> P3 -> P4 -> P1 со скоростью подачи 300 мм/мин. Однако P0 -> P1 служит для позиционирования инструмента.



G91 G00 X20. Y20. ;	P0 -> P1
G01 X20. Y30. F300 ;	P1 -> P2
X30. ;	P2 -> P3
X-20. Y-30. ;	P3 -> P4
X-30. ;	P4 -> P1

6.3 Круговая интерполяция ; G02,G03

Принцип действия и назначение

Эти команды служат для перемещения инструмента по окружности.

Формат команды

G02 X__ Y__ I__ J__ F__ ; ... Круговая интерполяция : По часовой стрелке

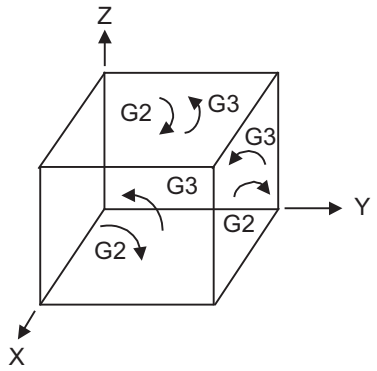
G03 X__ Y__ I__ J__ F__ ; ... Круговая интерполяция : Против часовой стрелки

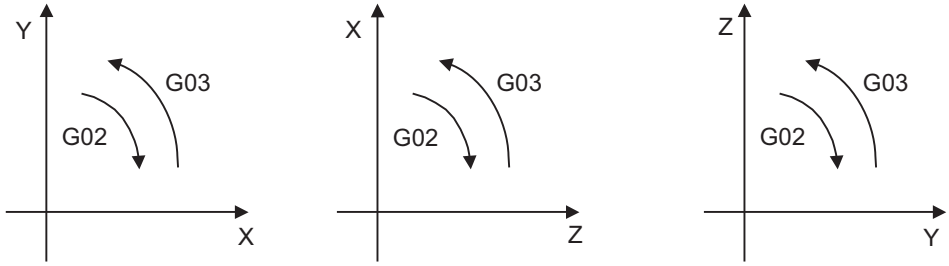
X,Y	Конечная точка
I,J	Центр дуги
F	Скорость подачи

Подробное описание

(1) Для команды дуги с указанием адресов X, Y (или Z, или ось, параллельная осям X, Y, Z) указываются координаты конечной точки дуги. Для команды дуги с указанием адресов I, J (или K) указываются координаты центра дуги.
Координаты конечной точки дуги можно указывать либо в абсолютном, либо в инкрементном виде.
Координаты центра дуги должны всегда задаваться в инкрементном виде относительно начальной точки.
Координаты центра дуги задаются в единицах команд программы. Необходимо быть внимательным, задавая круговую команду для оси, для которой отличается единица команд (#1015 cunit). Используйте десятичную точку в командах во избежание путаницы.

(2) G02 (G03) является модальной командой группы 01. Если подряд задаются несколько команд G02 (G03), то начиная со второго кадра достаточно указывать только слова координат.
Направление движения по окружности различается с помощью команд G02 и G03.
G02 по часовой стрелке (CW) G03 против часовой стрелки (CCW)





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

(3) Дугу, охватывающую более одного квадранта, можно выполнить с помощью однокадровой команды.

(4) Для круговой интерполяции нужна следующая информация.
(a) Выбор плоскости: Имеется ли дуга, параллельная одной из плоскостей XY, ZX или YZ?
(b) Направление вращения: по часовой стрелке (G02) или против часовой стрелки (G03)
(c) Координаты конечной точки окружности: указываются адресами X, Y, Z
(d) Координаты центра окружности: указываются адресами I, J, K (инкрементные команды)
(e) Скорость подачи : указывается адресом F

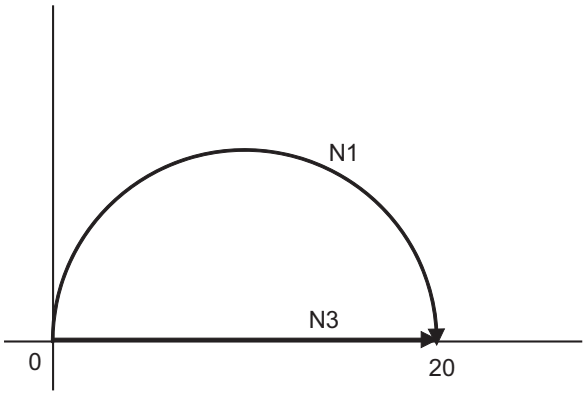
Выбор плоскости

Дуга существует в следующих трех плоскостях (см. рис. в пункте "Подробное описание") и выбирается следующим способом.
Плоскость XY
G17; команда с (G-кодом выбора плоскости)
Плоскость ZX
G18; команда с (G-кодом выбора плоскости)
Плоскость YZ
G19; команда с (G-кодом выбора плоскости)

Замена командой линейной интерполяции

Если в команде окружности не указаны центр и радиус, возникает ошибка программы (P33).
Если установлен параметр "#11029 Arc to G1 no Cent (замена команды дуги линейной командой, если не указан центр дуги)", то линейная интерполяция может выполняться до координаты конечной точки только для этого кадра. Однако модальной командой является круговая команда.
Эта функция не применима к команде окружности в рамках геометрической функции.

(Пример) Параметр "#11029 Arc to G1 no Cent (замена команды дуги линейной командой, если не указан центр дуги)" = "1"

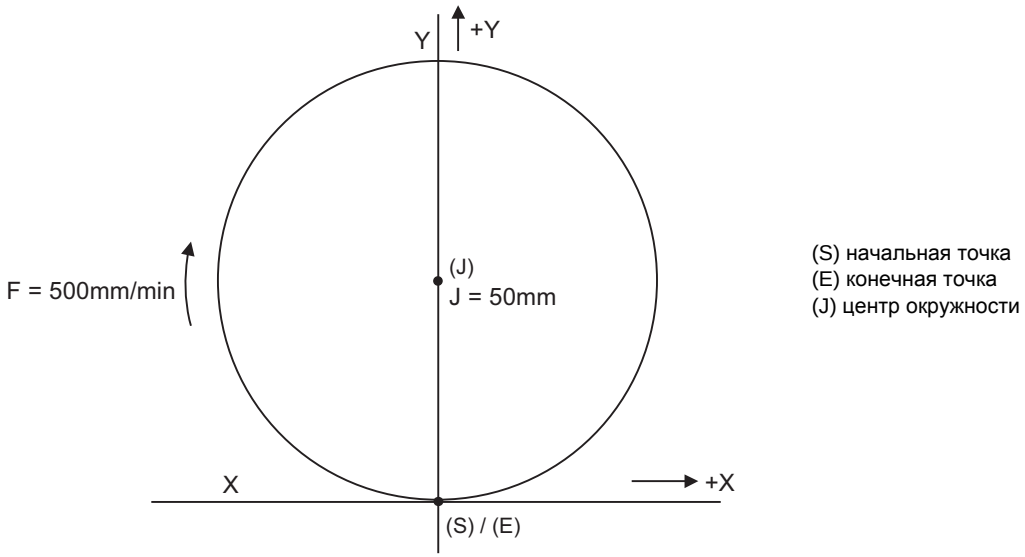



```
G90 X0 Y0 ;
N1 G02 X20. I10. F500 ;     ... (a)
N2 G00 X0 ;
N3 G02 X20. F500 ;          ... (b)
M02 ;
```

(a) Выполняется круговая интерполяция (G02), так как имеется команда центра.
(b) Выполняется линейная интерполяция (G01), так как не имеется команд центра и радиуса.

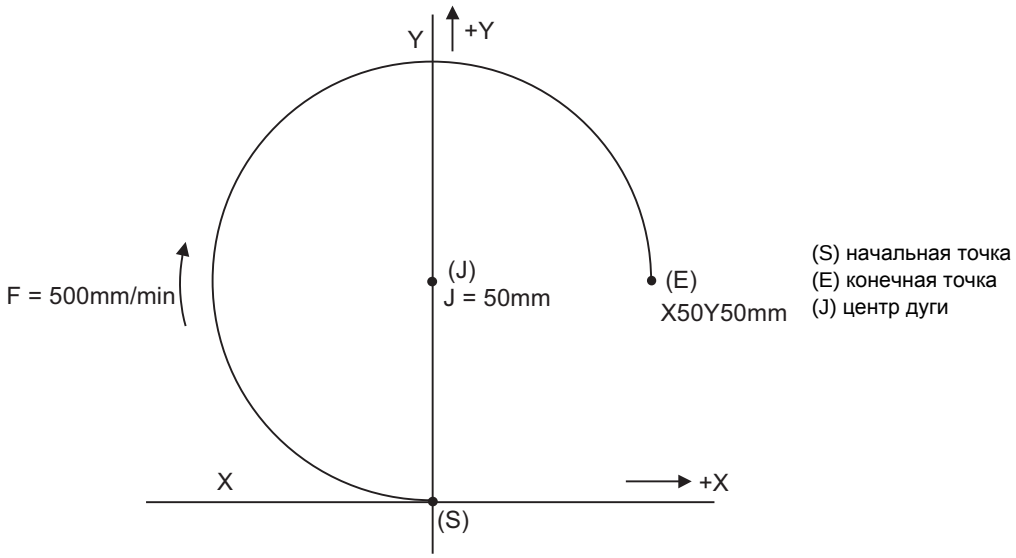
Пример программы

(Пример 1)



G02 J50. F500;	Команда окружности

(Пример 2)



G91 G02 X50.Y50. J50. F500;	Команда 3/4

Указания

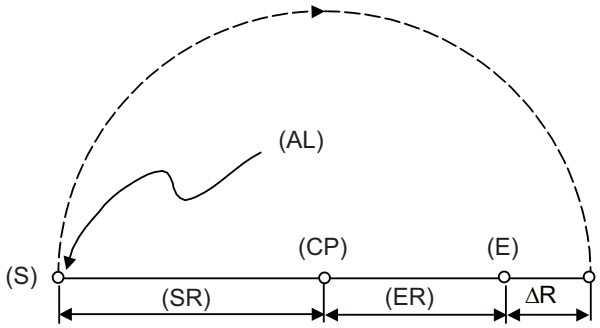
(1) Направления "по часовой стрелке" (G02) и "против часовой стрелки" (G03), указываемые для круговых операций, определяются глядя на рассматриваемую плоскость со стороны положительного направления координатной оси в направлении отрицательного направления оси, в правосторонней системе координат.

(2) Если все координаты конечной точки опущены или конечная точка находится в том же месте, что и начальная точка, то команда центра с адресами I, J и K эквивалентна заданию дуги 360° (идеальной окружности).

(3) Если в команде окружности не совпадают радиус в начальной и конечной точке, происходит следующее :

(a) Если ошибка ΔR больше параметра "#1084 RadErr", в начальной точке окружности возникает ошибка программы (P70).

(G91) G02 X9.899 I5. ;

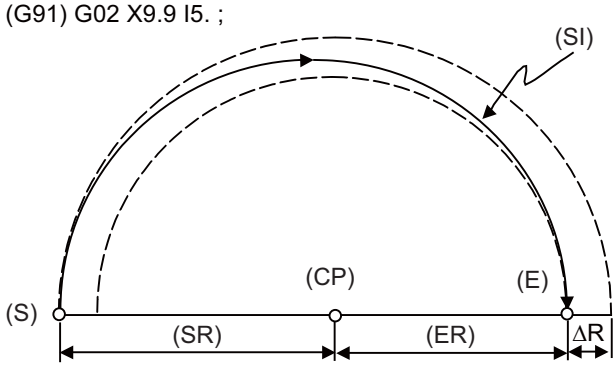


#1084 RadErr Значение параметра 0.100
Радиус в начальной точке =5.000
Радиус в конечной точке =4.899
Ошибка ΔR =0.101

(S) начальная точка
(CP) центр
(E) конечная точка
(SR) радиус в начальной точке
(ER) радиус в конечной точке
(AL) останов с сигнализацией

(b) Если ошибка ΔR меньше значения параметра, выполняется спиральная интерполяция в направлении к конечной точке, указанной в команде.

(G91) G02 X9.9 I5. ;



#1084 RadErr Значение параметра 0.100
Радиус в начальной точке =5.000
Радиус в конечной точке =4.900
Ошибка ΔR =0.100

(S) начальная точка
(CP) центр
(E) конечная точка
(SR) радиус в начальной точке
(ER) радиус в конечной точке
(SI) спиральная интерполяция

6.4 Круговая интерполяция с указанием R ; G02,G03

Принцип действия и назначение

В отличие от обычных команд круговой интерполяции на основе координаты центра окружности (I, J, K), в этих командах можно непосредственно указать радиус окружности R.

Формат команды

G02 X__ Y__ R__ F__ ; ... Круговая интерполяция с указанием R по часовой стрелке (CW)

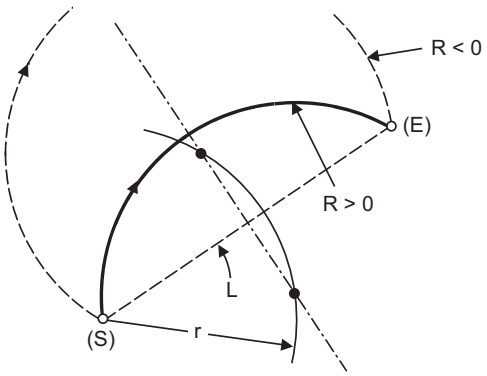
G03 X__ Y__ R__ F__ ; ... Круговая интерполяция с указанием R против часовой стрелки (CCW)

X	Координата конечной точки оси X
Y	Координата конечной точки оси Y
R	Радиус дуги
F	Скорость подачи

Радиус дуги задается в единицах команд программы. Необходимо быть внимательным, задавая команду дуги для оси, командная единица которой (#1015 cunit) отличается. Используйте десятичную точку в командах во избежание путаницы.

Подробное описание

Центр окружности находится на средней линии, которая перпендикулярна линии, соединяющей начальную и конечную точку окружности. 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.



(S) начальная точка
(E) конечная точка

При задании команды дуговой интерполяции с указанием R должно быть выполнено следующее условие:

$$\frac{L}{2 \cdot r} \leqq 1$$

Если L/2 − r > параметр (#1084 RadErr), возникает сигнализация.

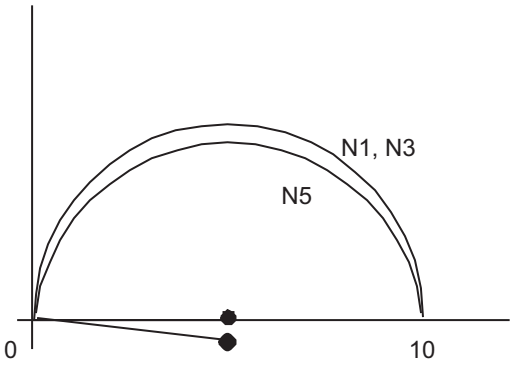
Где L − это линия от начальной к конечной точке. Если в одном и том же кадре одновременно указаны радиус R и координаты I, J, (K), то приоритет имеет круговая команда с указанием R.
В случае полнокруговой команды (где начальная и конечная точка совпадают), круговая команда с указанием R будет завершена немедленно, если она задана, и операция не будет выполнена. Поэтому в таком случае необходимо использовать круговую команду с указанием I, J, (K).

Компенсация координаты центра окружности

Если допустимая погрешность между "сегментом, соединяющим начальную и конечную точку" и "заданным в команде радиусом × 2" меньше настройки, то "средняя точка сегмента, соединяющего начальную и конечную точку" компенсируется как центр окружности, так как требуемый полукруг не может быть получен в связи с ошибкой расчета в круговой интерполяции с указанием R.
Настройке параметр "#11028 Tolerance Arc Cent (допустимая величина коррекции ошибки центра дуги)".

(Пример) "#11028 Tolerance Arc Cent" = "0.000 (мм)"

Устанавливаемое значение	Величина допуска
Настройка < 0	0 (ошибка центра не интерполируется)
Настройка = 0	2 × минимальное приращение настройки
Настройка > 0	Устанавливаемое значение




```
G90 X0 Y0 ;
N1 G02 X10. R5.000;
N2 G0 X0;                ...(a)
N3 G02 X10. R5.001;
N4 G0 X0;                ...(b)
N5 G02 X10. R5.002;
N6 G0 X0;
M02 ;
```

(a) компенсация координаты центра: Такая же траектория, как N1
(b) Не компенсировать координату центра: Небольшое смещение внутрь траектории N1

Допустимый предел компенсации погрешности расчета: 0.002 мм
Сегмент, соединяющий начальную и конечную точку: 10.000
N3: радиус × 2 = 10.002 "погрешность 0.002 -> компенсировать"
N5: радиус × 2 = 10.004 "погрешность 0.004 -> не компенсировать"
Таким образом, на рисунке выше показан этот пример.

Пример программы

(Пример 1)

G02 Xx1 Yy1 Rr1 Ff1 ;	Дуга в плоскости XY с указанием R

(Пример 2)

G03 Zz1 Xx1 Rr1 Ff1 ;	Дуга в плоскости ZX с указанием R

(Пример 3)

G02 Xx1 Yy1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 ;	Дуга в плоскости XY с указанием R (если в одном и том же кадре указан и радиус R, и координаты I, J, (K), то приоритет имеет круговая команда с указанием R)

(Пример 4)

G17 G02 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 ;	Плоскость XY Это дуга с указанием R, но так как это круговая команда, она завершается незамедлительно.

6.5 Выбор плоскости ; G17, G18, G19

Принцип действия и назначение

Выбирается плоскость, к которой относится движение инструмента во время круговой интерполяции (включая винтовую резку) и в которой выполняется команда компенсации радиуса инструмента.
Если три базисные оси и параллельные оси, соответствующие этим базисным, заданы как параметры, то эти команды могут выбрать плоскость, образованную любыми непараллельными осями. Если поворотная ось зарегистрирована в качестве параллельной оси, эти команды могут выбирать плоскость, содержащую поворотную ось.
Выбор плоскости происходит следующим образом:
− плоскость, выполняющая круговую интерполяцию (включая винтовую резку)
− плоскость, выполняющая компенсацию радиуса инструмента
− плоскость, выполняющая позиционирование в стандартном цикле

Формат команды

G17 ; ... Выбор плоскости X-Y

G18 ; ... Выбор плоскости Z-X

G19 ; ... Выбор плоскости Y-Z

X, Y и Z обозначают любую координатную или параллельную ось.

Подробное описание

Ввод параметров

	#1026-1028base_I,J,K	#1029-1031aux_I,J,K
I	X	U
J	Y	
K	Z.	V

Таблица 1 Примеры вводов в параметре выбора плоскости

Как это показано в вышеприведенном примере, можно зарегистрировать базовую ось и параллельную ей ось.
Базовой осью может быть иная ось кроме X, Y и Z.
Использовать для выбора плоскости не зарегистрированные оси не возможно.

Система выбора плоскости

В таблице 1,
"I" является горизонтальной осью для плоскости G17 или вертикальной осью для плоскости G18,
"J" является вертикальной осью для плоскости G17 или горизонтальной осью для плоскости G19,
"K" является горизонтальной осью для плоскости G18 или вертикальной осью для плоскости G19
Иными словами,
G17 ..... плоскость IJ
G18 ..... плоскость KI
G19 ..... плоскость JK

(1) Адреса осей, присвоенные в одном и том же кадре с командой выбора плоскости (G17, G18, G19), определяют, какие базовые или параллельные оси должны находиться в текущей выбранной плоскости.
Для примера ввода параметров, показанного в таблице 1.
G17 X__Y__ ; плоскость XY
G18 X__V__ ; плоскость VX
G18 U__V__ ; плоскость VU
G19 Y__Z__ ; плоскость YZ
G19 Y__V__ ; плоскость YV

(2) Плоскость не переключается в кадре, в котором не задан G-код выбора плоскости (G17, G18, G19).
G17 X__Y__ ; плоскость XY
Y__Z__ ; плоскость XY (плоскость не изменяется)

(3) Если в кадре с G-кодом выбора плоскости (G17, G18, G19) опущен адрес оси, то предполагается, что опущены адреса 3 базовых осей.
Для примера ввода параметров, показанного в таблице 1.
G17 ; плоскость XY
G17 U__ ; плоскость UY
G18 U__ ; плоскость ZU
G18 V__ ; плоскость VX
G19 Y__ ; плоскость YZ
G19 V__ ; плоскость YV

(4) Команда оси, которая не существует в плоскости, определенной G-кодом выбора плоскости (G17, G18, G19), при выборе плоскости игнорируется.
Для примера ввода параметров, показанного в таблице 1.
G17 U__Z__ ;
При вышеуказанной команде выбирается плоскость UY, а ось Z перемещается независимо от этой плоскости.

(5) Если базовые оси или параллельные им оси дублируются и присвоены в том же кадре, что и G-код выбора плоскости (G17, G18, G19), то плоскость определяется в очередности "базовые оси, затем параллельные оси".
Для примера ввода параметра в таблице 1.
G17 U__Y__W__ ;
При вышеуказанной команде выбирается плоскость UY, а ось W перемещается независимо от этой плоскости.

(Примечания 1)С помощью параметра "#1025 I_plane" устанавливается плоскость, которая выбирается при включении питания или сбросе системы.

6.6 Нарезание резьбы

6.6.1 Нарезание резьбы с постоянным ходом ; G33

Принцип действия и назначение

Команда G33 управляет подачей инструмента с синхронизацией относительно вращения шпинделя. Благодаря этому имеется возможность нарезать прямую резьбу с постоянным ходом и коническую резьбу. Указывая угол захода резьбы, можно также нарезать многозаходную резьбу и т. п.

Формат команды

G33 Z__(X__ Y__ α__) F__ Q__ ; ... Нарезание резьбы со стандартным ходом

Z (X Y α)	Конечная точка резьбы
F	Ход в направлении длинной оси (оси с наибольшим движением)
Q	Начальный угол смещения при нарезании резьбы (0.001 − 360.000°)

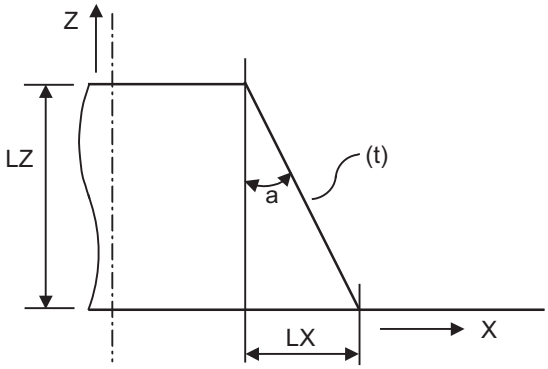
G33 Z__(X__ Y__ α__) E__ Q__ ; ... Нарезание резьбы с прецизионным ходом

Z (X Y α)	Конечная точка резьбы
E	Шаг в направлении длинной оси (оси с наибольшим вращением)
Q	Начальный угол смещения при нарезании резьбы (0.001 − 360.000°)

Подробное описание

(1) E-команда используется также для указания количества витков на дюйм нарезаемой резьбы. Интерпретацию этой команды (количество витков или прецизионный ход) можно выбрать с помощью параметра. (Чтобы выбрать указание прецизионного хода резьбы, параметр "#1229 set 01/бит" устанавливается на "1".)

(2) В команде хода конической резьбы указывается ход в направлении длинной оси.



(t) конический резьбовой участок

Если < 45°, ход указывается в направлении оси Z.
Если < 45°, ход указывается в направлении оси X.
Если = 45°, ход можно указать либо в направлении оси Z, либо в направлении оси X.

Метрическое задание резьбы

Дискретность	B (0.001 мм)			C (0.0001 мм)		
Командный адрес	F (мм/об)	E (мм/об)	E (ниток/дюйм)	F (мм/об)	E (мм/об)	E (ниток/дюйм)
Единицы задания величин	1(=1.000) (1.=1.000)	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=1.00) (1.=1.00)	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=1.000) (1.=1.000)
Диапаз. задания значений	0.001 - 999.999	0.0001 - 999.9999	0.03 - 999.99	0.0001 - 999.9999	0.00001 - 999.99999	0.026 - 222807.017

Дискретность	D (0.00001 мм)			E (0.000001 мм)		
Командный адрес	F (мм/об)	E (мм/об)	E (ниток/дюйм)	F (мм/об)	E (мм/об)	E (ниток/дюйм)
Единицы задания величин	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=1.000000) (1.=1.000000)	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=1.000000) (1.=1.000000)	1(=1.0000000) (1.=1.0000000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)
Диапаз. задания значений	0.00001 - 999.99999	0.000001 - 999.999999	0.0255 - 224580.0000	0.000001 - 999.999999	0.0000001 - 999.9999999	0.02541 - 224719.00000

Задание дюймовой резьбы

Дискретность	B (0.0001 дюйма)			C (0.00001 дюйма)		
Командный адрес	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (ниток/дюйм)	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (ниток/дюйм)
Единицы задания величин	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=1.000) (1.=1.000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=1.000000) (1.=1.000000)	1(=1.0000) (1.=1.0000)
Диапаз. задания значений	0.0001 - 39.3700	0.00001 - 39.37007	0.025 - 9999.999	0.00001 - 39.37007	0.000001 - 39.370078	0.0255 - 9999.9999

Дискретность	D (0.000001 дюйма)			E (0.0000001 дюйма)		
Командный адрес	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (ниток/дюйм)	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (ниток/дюйм)
Единицы задания величин	1(=1.000000) (1.=1.000000)	1(=1.0000000) (1.=1.0000000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=1.0000000) (1.=1.0000000)	1(=1.00000000) (1.=1.00000000)	1(=1.000000) (1.=1.000000)
Диапаз. задания значений	0.000001 - 39.370078	0.0000001 - 39.3700787	0.02541 - 9999.99999	0.0000001 - 39.3700787	0.00000001 - 39.37007873	0.025401 - 9999.999999

(Примечания 1) Если после конвертации в формат "подача в минуту" скорость подачи превышает максимальную скорость подачи резания, указать ход резьбы не возможно.

(3) Функцию управления постоянной скоростью резания нельзя использовать для команд нарезания конической резьбы или команд нарезания спиральной резьбы.

(4) Скорость вращения шпинделя должна поддерживаться постоянной на протяжении всей черновой резки, до программы чистовой обработки.

(5) Если во время нарезания резьбы для останова подачи используется функция удержания подачи, гребни резьбы утрачивают правильную 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 во время нарезания резьбы нажат выключатель удержания подачи, то покадровый останов происходит в конечной точке кадра, следующего за кадром, в котором завершено нарезание резьбы (режим G33 более не действует).

(6) При запуске нарезания резьбы конвертированная скорость подачи резания сравнивается с фиксированной скоростью подачи резания. Если конвертированная скорость превышает фиксированную, возникает ошибка операции.

(7) Чтобы во время нарезания резьбы поддерживался правильный ход резьбы, конвертированная скорость подачи резания иногда может превышать фиксированную скорость подачи резания.

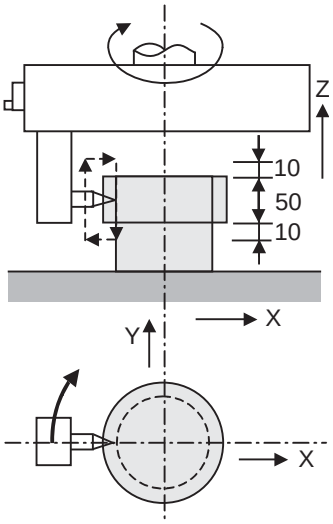
(8) Неправильный ход обычно изготовляется в начале и в конце нарезания резьбы − из-за задержки сервосистемы и прочих подобных факторов.
Поэтому, задавая команду длины резьбы, к требуемой длине резьбы следует прибавить длину неправильного хода.

(9) Скорость вращения шпинделя ограничивается следующим образом :
1 < = R < = максимальная скорость подачи / ход резьбы,
где R < = допустимая скорость энкодера (об/мин)
R: скорость вращения шпинделя (об/мин)
Ход резьбы = мм или дюймы
Максимальная скорость подачи = мм/мин или дюймов/мм (имеются ограничения, наложенные спецификациями станка.)

(10) Если выражение (9) имеет результат R<1, так как ход резьбы слишком большой для самой высокой скорости подачи резания, может возникнуть ошибка программы (P97).

(11) Режим холостого прогона действителен и в отношении нарезания резьбы, однако скорость подачи, основанная на холостом прогоне, не синхронизирована с вращением шпинделя. Сигнал холостого хода проверяется в начале нарезания резьбы, а любые переключения во время резания игнорируются.
(12) Даже при наличии команды асинхронной подачи (G94), к командам нарезания резьбы применяется синхронная подача.
(13) Во время нарезания резьбы подмена шпинделя и подмена подачи резания не действуют, а скорости фиксируются на 100%.
(14) Если нарезание резьбы задается во время компенсации радиуса инструмента, компенсация временно отменяется и происходит нарезание резьбы.
(15) Если во время выполнения команды G33 режим переключается на другой автоматический режим, то сначала выполняется следующий кадр, не содержащий команды нарезания резьбы, а затем автоматическая работа прекращается.
(16) Если во время выполнения команды G33 режим переключается на ручной режим, то сначала выполняется следующий кадр, не содержащий команды нарезания резьбы, а затем автоматическая работа прекращается. В случае покадрового режима сначала выполняется следующий кадр, не содержащий команды нарезания резьбы (режим G33 отменен), а затем автоматическая работа прекращается. Обратите внимание, что автоматическая операция останавливается до начала движения оси по команде G33.
(17) Команда нарезания резьбы ожидает сигнала однооборотной синхронизации от вращательного энкодера, после чего запускается движение.
Прежде чем подавать команду нарезания резьбы с вовлечением нескольких частичных систем, обязательно активируйте режим "ожидания и одновременной работы частичных систем". Например, если используется 1-шпиндельная спецификация с двумя частичными системами и в одной частичной системе подается команда нарезания резьбы, в то время как резьба нарезается в другой частичной системе, движение запускается без ожидания сигнала однооборотной синхронизации от вращательного энкодера, что приводит к недействительной операции.
(18) Начальный угол смещения при нарезании резьбы не является модальной командой. Если отсутствует команда Q с G33, она будет распознаваться как "Q0".
(19) Во время нарезания резьбы действует прерывание с помощью рукоятки.
(20) Если в G33 Q указано значение, превышающее 360.000, возникает ошибка программы (P35).
(21) G33 нарезает один заход резьбы за один цикл. Для нарезания двухзаходовой резьбы, измените значение Q и задайте эту же команду снова.

Пример программы



N110 G90 G0 X-200. Y-200. S50 M3 ;	Центр шпинделя совпадает с центром детали и шпиндель вращается в прямом направлении.
N111 Z110. ;	
N112 G33 Z40. F6.0 ;	Нарезается первая резьба. Ход резьбы = 6.0 мм
N113 M19 ;	С помощью команды M19 выполняется ориентирование шпинделя.
N114 G0 X-210. ;	Инструмент отводится в направлении оси X.
N115 Z110. M0 ;	Инструмент поднимается к верхней части детали и команда M00 останавливает программу. При необходимости инструмент можно отрегулировать.
N116 X-200. ; M3 ;	Подготовка к нарезанию второй резьбы.
N117 G04 X5.0 ;	Если необходимо, подается команда выдержки времени для стабилизации вращения шпинделя.
N118 G33 Z40. ;	Нарезается вторая резьба.

6.6.2 Нарезание дюймовой резьбы ; G33

Принцип действия и назначение

Если в команде G33 задано количество ниток 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__ (X_ Y_ α_)E__ Q__ ; ... Нарезание дюймовой резьбы

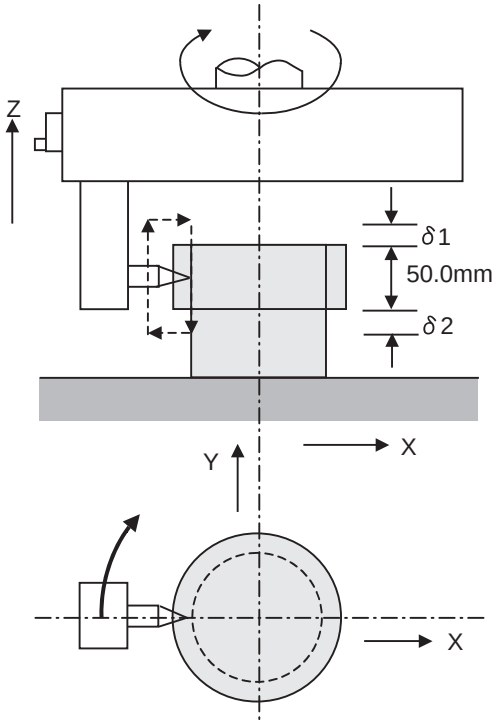
Z (X_ Y_ α_)	Конечная точка резьбы
E	Количество ниток на дюйм резьбы в направлении длинной оси (оси с наибольшим перемещением) (число с десятичной точкой также допустимо)
Q	Начальный угол нарезания резьбы, 0 ÷ 360°

Подробное описание

(1) Количество ниток в направлении длинной оси указывается как количество ниток на дюйм.
(2) E-код используется также для указания длины прецизионного хода. Интерпретацию этого кода (количество ниток или длина прецизионного хода) можно выбрать с помощью параметра. ("Количество ниток" выбрано при настройке параметра "#1229 set01/бит 1" на "0".)
(3) В случае конвертирования в ход резьбы значение E-команды должно быть установлено в пределах допустимого диапазона значений хода резьбы.
(4) Дополнительную информацию см. в разделе "Нарезание резьбы с постоянным ходом".

Пример программы

Ход резьбы ..... 3 витка/дюйм (= 8.46666 ...)
Пример программирования для δ1 = 10 мм, δ2 =10 мм с использованием метрической системы

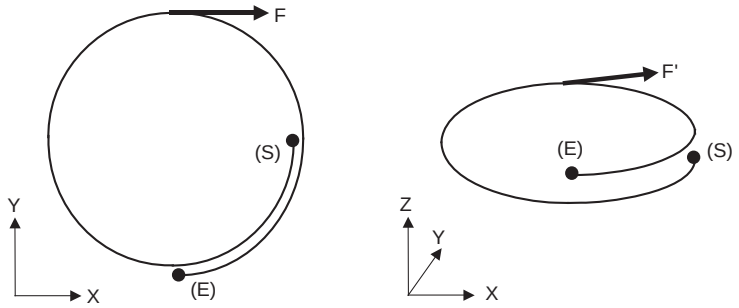


N210 G90 G0 X-200. Y-200. S50 M3 ;	
N211 Z110. ;	
N212 G91 G33 Z-70. E3.0 ;	(нарезание первой резьбы)
N213 M19 ;	
N214 G90 G0 X-210. ;	
N215 Z110. M0 ;	
N216 X-200. ; M3 ;	
N217 G04 X2.0 ;	
N218 G91 G33 Z-70. ;	(нарезание второй резьбы)

6.7 Винтовая интерполяция ; G17...G19, G02, G03

Принцип действия и назначение

В отличие от круговой интерполяции с помощью команд G02/G03 в плоскости, выбранной G-кодом выбора плоскости (G17, G18, G19), этот вид интерполяции позволяет дополнительно линейно интерполировать 3-ю ось.
В нормальном случае скорость винтовой интерполяции указывается тангенциальной скоростью F', включающей в себя компонент интерполяции 3-й оси, как это показано на рисунке ниже слева. Однако, если указана скорость компонента в плоскости дуги, то задается тангенциальная скорость F в плоскости дуги, как это показано на рисунке ниже справа. ЧПУ автоматически вычисляет тангенциальную скорость F' винтовой интерполяции так, чтобы тангенциальная скорость в плоскости дуги была равна F.



(S) начальная точка (E) конечная точка

Формат команды

G17/G18/G19 G02/G03 X__ Y__ Z__ I__ J__ P__ F__ ; ... Команда винтовой интерполяции (указание центра дуги)

G17/G18/G19 G02/G03 X__ Y__ Z__ R__ F__ ; ... Команда винтовой интерполяции (указание радиуса (R))

G17/G18/G19	плоскость дуги (G17: плоскость X-Y, G18: плоскость Z-X, G19: плоскость Y-Z)
G02/G03	Направление поворота дуги (G02: по часовой стрелке, G03: против часовой стрелки)
X, Y	Координаты конечной точки дуги
Z.	Координаты конечной точки линейной оси
I, J	Координаты центра дуги
P	Число вершин
R	Радиус дуги
F	Скорость подачи

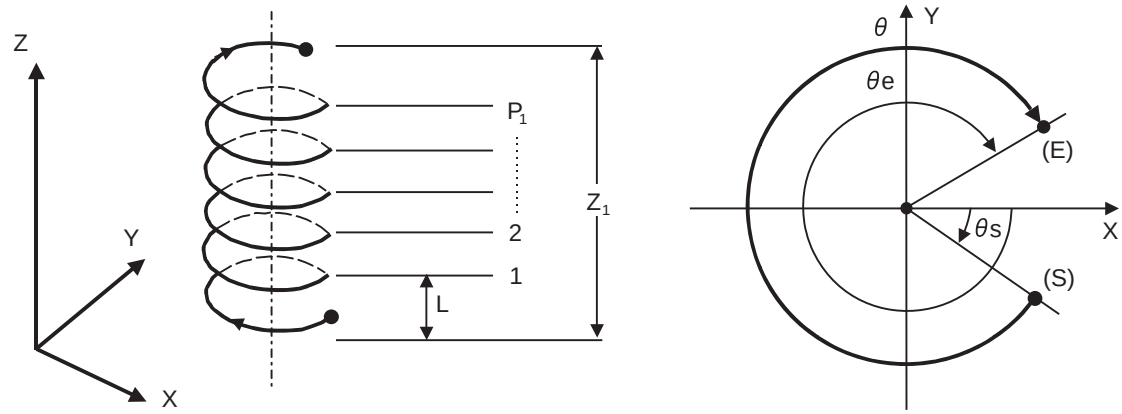
Для координат конечной точки дуги и координат конечной точки линейной оси можно использовать либо абсолютную, либо инкрементную команду. Для координат центра дуги должно всегда использоваться инкрементное задание по отношению к начальной точке. Координаты центра дуги и величина радиуса дуги задаются в единицах команд программы. Необходимо быть внимательным, задавая команду винтовой интерполяции для оси, командная единица которой (#1015 cunit) отличается. Используйте десятичную точку в командах во избежание путаницы.

Вариант интерпретации скорости (скорость в плоскости дуги или обычная скорость) можно выбрать с помощью параметра.

#1235 set07/бит 0	Значение
1	Выбрано указание скорости в плоскости дуги.
0	Выбрано указание обычной скорости.

Подробное описание

Указание обычной скорости



(S) начальная точка (E) конечная точка

(1) Эта команда должна задаваться для линейной оси (в команде можно задать несколько осей), которая не содержит круговую ось, используемую в команде круговой интерполяции.

(2) В качестве скорости подачи F указывается скорость в направлении результирующего вектора осей X, Y и Z.

(3) Шаг L определяется по следующей формуле.

$$L = \frac{Z_1}{(2\pi \cdot P_1 + \theta)/2\pi}$$

$$\theta = \theta e - \theta s = \tan^{-1}\frac{ye}{xe} - \tan^{-1}\frac{ys}{xs} \quad (0 \leq \theta < 2\pi)$$

xs и ys являются координатами начальной точки из центра дуги
xe и ye являются координатами конечной точки из центра дуги

(4) Если количество шагов равно 0, адрес P можно не указывать.

(Примечание)Количество шагов Команда P имеет диапазон от 0 до 9999.
Указать количество шагов (команду P) для дуги с указанием R не возможно.

(5) Выбор плоскости
Выбор плоскости дуги винтовой интерполяции определяется режимом выбора плоскости и адресом оси, как и для круговой интерполяции. Для команды винтовой интерполяции плоскость круговой интерполяции задается G-кодом выбора плоскости (G17, G18, G19), а две оси круговой интерполяции и ось линейной интерполяции (ось, пересекающаяся с плоскостью окружности) − 3 адресами осей.

Плоскость окружности XY, линейная ось Z
Задайте адреса осей X, Y и Z в режиме G02 (G03) и G17 (G-код выбора плоскости).
Плоскость окружности ZX, линейная ось Y
Задайте адреса осей X, Y и Z в режиме G02 (G03) и G18 (G-код выбора плоскости).
Плоскость окружности YZ, линейная ось X
Задайте адреса осей X, Y и Z в режиме G02 (G03) и G19 (G-код выбора плоскости).

Плоскость для дополнительной оси можно выбрать аналогично круговой интерполяции.

Плоскость окружности UY, линейная ось Z
Задайте адреса осей U, Y и Z в режиме G02 (G03) и G17 (G-код выбора плоскости).

Помимо основных методов подачи команд, показанных выше, можно использовать методы подачи команд, приведенные в следующем "Примере программы". В отношении плоскостей дуг, выбираемых при этих методах подачи команд, см. раздел "Выбор плоскости; G17,G18,G19".

Указание скорости компонента в плоскости дуги

Если выбрано указание скорости элемента плоскости дуги, F-команда интерпретируется как модальная команда, аналогичная обычной F-команде. Это также применимо к следующим командам G01, G02 и G03.

(Пример)

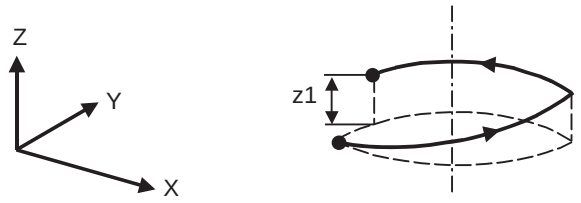
G17 G91 G02 X10. Y10. Z-4. I10. F100 ;	Винтовая интерполяция на скорости, при которой скорость в плоскости дуги равна F100
G01 X20. ;	Линейная интерполяция при F100
G02 X10. Y-10. Z4. J10. ;	Винтовая интерполяция на скорости, при которой скорость в плоскости дуги равна F100
G01 Y-40. F120;	Линейная интерполяция при F120
G02 X-10. Y-10. Z-4. I10. ;	Винтовая интерполяция на скорости, при которой скорость в плоскости дуги равна F120
G01 X-20. ;	Линейная интерполяция при F120

Если выбрано указание скорости в плоскости дуги, то в заданную в команде скорость компонента в плоскости дуги преобразуется только команда скорости винтовой интерполяции. Прочие линейные и дуговые команды действуют как обычные команды скорости.

(1) Индикация фактической скорости подачи (Fc) отображает тангенциальный компонент винтовой интерполяции.
(2) Индикация модальной скорости (FA) отображает скорость команды.
(3) Данные скорости, полученные с помощью функции API, следуют за индикацией Fc и FA.
(4) Эта функция действует только в случае, если выбрана подача в минуту (асинхронная подача: G94). Если выбрана подача на оборот (синхронная подача: G95), скорость в плоскости дуги не указывается.
(5) Для использования этой функции необходима опция винтовой интерполяции.

Пример программы

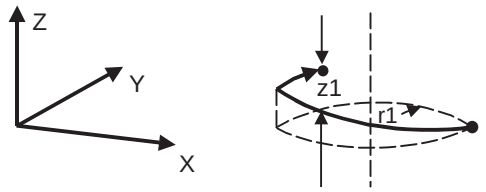
(Пример 1)



G17 ;	Плоскость XY
G03 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 P0 Ff1;	Плоскость дуги XY, линейная ось Z

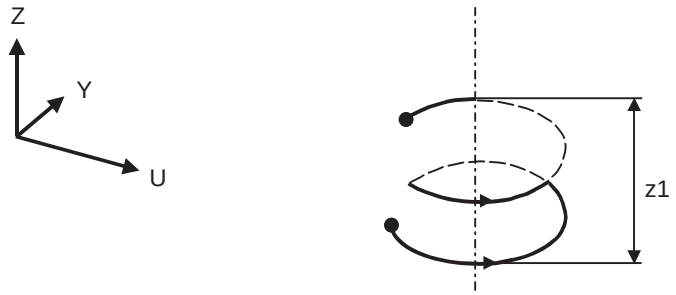
(Примечание) Если количество шагов равно 0, адрес P можно не указывать.

(Пример 2)



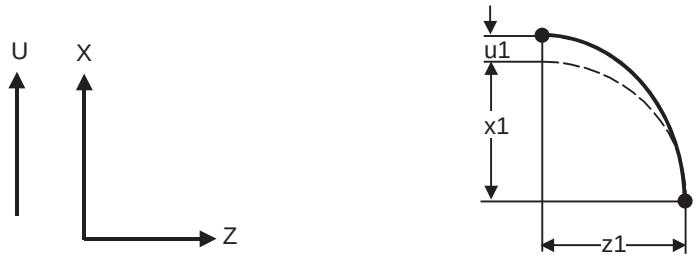
G17 ;	Плоскость XY
G02 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1;	Плоскость дуги XY, линейная ось Z

(Пример 3)



G17 G03 Uu1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 P2 Ff1;	Плоскости дуги UY, линейная ось Z

(Пример 4)



G18 G03 Xx1 Uu1 Zz1 Ii1 Kk1 Ff1;	Плоскость дуги ZX, линейная ось U

(Примечание)Если используется та же самая система, то стандартная ось выполняет круговую интерполяцию, а дополнительная ось − линейную интерполяцию.

(Пример 5)

G18 G02 Xx1 Uu1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Kk1 Ff1;	Плоскость дуги ZX, ось U, линейная ось Y (команда J игнорируется)

(Примечание)В качестве оси линейной интерполяции можно указать две или более оси.

6.8 Однонаправленное позиционирование ; G60

Принцип действия и назначение

Команда G60 позволяет позиционировать инструмент с высокой точностью без ошибки, обусловленной люфтом, так как окончательное позиционирование инструмента происходит при постоянном направлении перемещения.

Формат команды

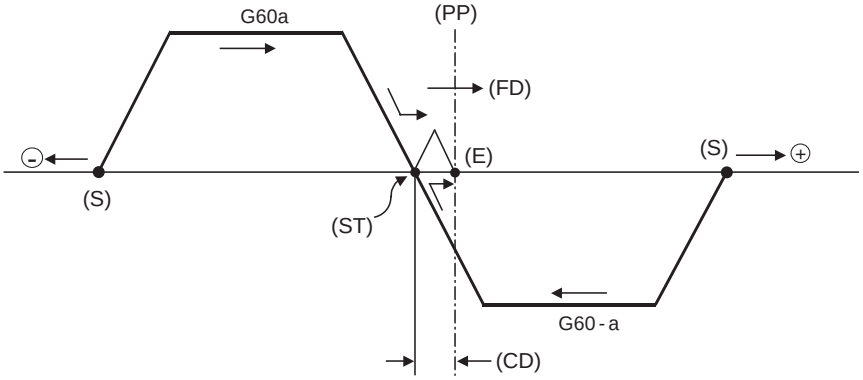
G60 X__ Y__ Z__ α__; ... Однонаправленное позиционирование

α	Дополнительная ось

Подробное описание

(1) Расстояние ползучего движения для окончательного позиционирования и направление окончательного позиционирования устанавливаются с помощью параметров.

(2) После перемещения инструмента на скорости быстрого хода к позиции, отстоящей от окончательной позиции на расстояние ползучего движения, инструмент в соответствии с настройкой быстрого хода движется в окончательную позицию, где его позиционирование завершается.



(S) начальная точка	(E) конечная точка	(ST) однократный останов
(PP) позиция позиционирования	(FD) направление окончательного позиционирования	(CD) расстояние ползучего движения G60

(3) Вышеописанная операция позиционирования выполняется даже если команды оси Z присвоены для отмененной оси Z и в условиях блокировки станка. (Только отображение)

(4) Если включена функция зеркального отображения, то инструмент перемещается в противоположном направлении до промежуточной позиции, установленной функцией зеркального отображения, однако на движение инструмента на участке окончательного ползучего позиционирования функция зеркального отображения не влияет.

(5) Если действует функция холостого прогона G0, то во время холостого прогона инструмент движется к конечной точке на скорости холостого прогона.

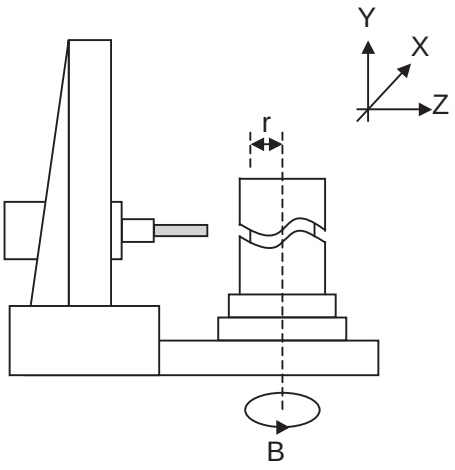
(6) Подачу на участке ползучего движения с окончательным позиционированием можно остановить с помощью сброса, аварийного останова, блокировки, удержания подачи и подмены быстрого хода нулевой подачей.
На участке ползучего движения инструмент движется в соответствии с настройкой быстрого хода. Действует подмена быстрого хода.

(7) Однонаправленное позиционирование не выполняется для оси сверления во время стандартных циклов сверления.
(8) Однонаправленное позиционирование не выполняется для движений на величину смещения во время стандартного цикла тонкой расточки или обратной расточки.
(9) Для осей, для которых не был настроен параметр расстояния ползучего движения, выполняется обычное позиционирование.
(10) Однонаправленное позиционирование всегда является позиционированием безинтерполяционного типа.
(11) Если задана команда той же позиции (нулевая величина перемещения), инструмент движется вперед-назад на расстояние ползучего движения и позиционируется в его первоначальной позиции в соответствии с направлением окончательного позиционирования.
(12) Если команда G60 задана системой ЧПУ, спецификации которого не предусматривают эту команду, возникает ошибка программы (P61).

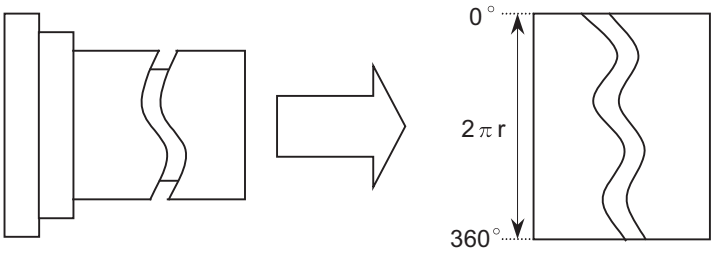
6.9 Цилиндрическая интерполяция ; G07.1

Принцип действия и назначение

Эта функция преобразует форму на боковой поверхности цилиндра (форму в цилиндрической системе координат) в ее развертку на плоскости. После того, как развертка формы была запрограммирована в координатах плоскости, она конвертируется в движение линейной оси и движение поворотной оси в цилиндрических координатах, в результате чего происходит обработка требуемого контура.



Так как программирование можно выполнять в отношении развертки формы на боковой поверхности цилиндра, этот вид программирования эффективен для обработки цилиндрических кулачков и т. п. Программируя поворотную ось и перпендикулярную к ней ось, на боковой поверхности цилиндра можно вырезать канавки и иные контуры.



Формат команды

G07.1 C__ ; ... Запуск/отмена режима цилиндрической интерполяции	
C	Величина радиуса цилиндра (если поворотная ось имеет название "C") − Значение радиуса ≠ 0: запуск режима цилиндрической интерполяции − Значение радиуса = 0: отмена режима цилиндрической интерполяции

Подробное описание

(1) Команды координат в интервале от запуска до отмены режима цилиндрической интерполяции являются командами цилиндрической системы координат.

G07.1 C Величина 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.
(3) Команда G07.1 является независимым кадром. Если эта команда задана в том же кадре что и другие G-коды, возникает ошибка программы (P33).
(4) Поворотная ось программируется на основе угла в градусах.
(5) 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.
(6) Команды координат могут быть как абсолютными, так и инкрементными командами.
(7) Коррекция на радиус резца может быть задана. Цилиндрическая интерполяция выполняется в отношении траектории после того, как она была подвергнута компенсации радиуса инструмента.
(8) Тангенциальная скорость на развертке цилиндра задается в виде команды F в "мм/мин" или "дюймах/мин".

Точность цилиндрической интерполяции

В режиме цилиндрической интерполяции величина перемещения в команде для поворотной оси, заданная в виде угла, преобразуется в расстояние на периметре окружности, а затем, после расчета линейной и круговой интерполяции с другими осями, эта величина снова преобразуется в угол. Таким образом, фактическая величина перемещения может отличаться от заданной, например, при малом радиусе цилиндра. Учитывайте, что возникающий в результате этого зазор не накапливается.

Связанные параметры

#1516 mill_ax (название фрезерной оси)
#8111 Milling Radius (радиус фрезерования)
#1267 ext03/бит 0 (тип G-кода)
#1270 ext06/бит 7 (обработка координаты оси C во время цилиндрической интерполяции)

Выбор плоскости

Ось, используемая для цилиндрической интерполяции, должна быть задана при помощи команды выбора плоскости. (Примечание) Для настройки соответствия между параллельной осью и поворотной осью используются параметры (#1029, #1030 и #1031).
Круговая интерполяция, коррекция на радиус вершины резца и т.д. могут быть заданы на данной плоскости.
оманда выбора плоскости задается непосредственно до или после команды G07.1. Если команда движения задана без этой команды, возникает ошибка программы (P485).

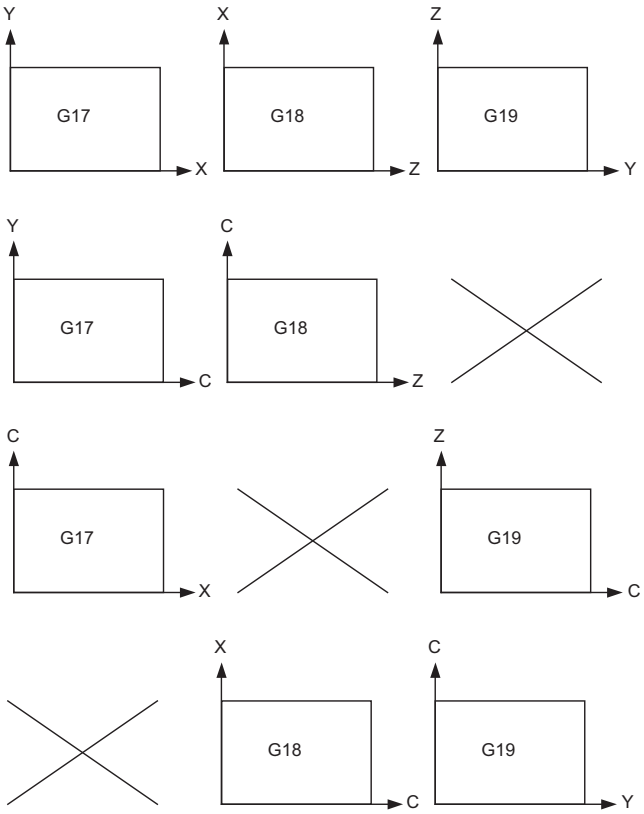
(Пример)
```
G19 Z0. C0. ;
G07.1 C100. ;
   :
G07.1 C0 ;
```

Базовая система координат X,Y,Z

Цилиндрическая система координат C, Y, Z (поворотная ось является параллельной осью для оси X) #1029

Цилиндрическая система координат X, C, Z (поворотная ось является параллельной осью для оси Y) #1030

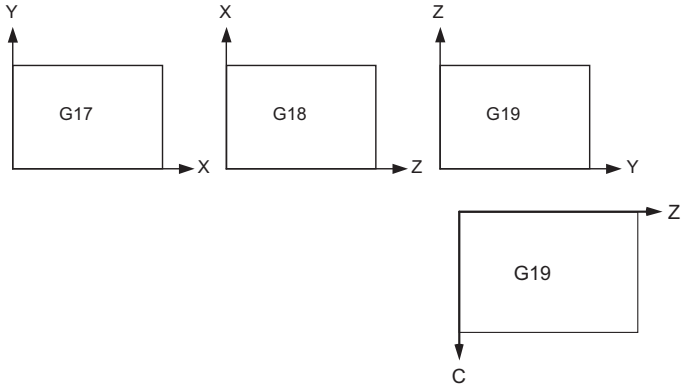
Цилиндрическая система координат X, Y, C (поворотная ось является параллельной осью для оси Z) #1031



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

Базовая система координат X,Y,Z

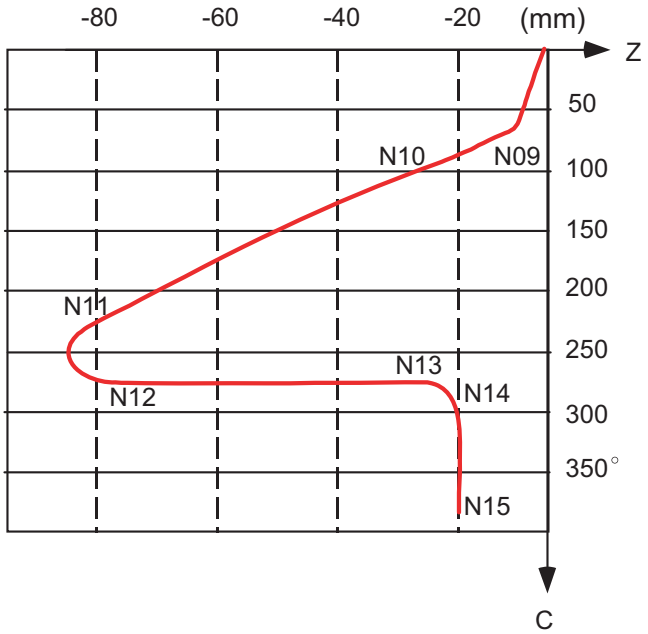
Цилиндрическая система координат



Пример программы

<Программа>
N01 G28 XZC ;
N02 T020 ;
N03 G97 S100 M23 ;
N04 G00 X50. Z0. ;
N05 G94 G01 X40. F100. ;
N06 G19 C0 Z0 ; ..... Команда выбора плоскости для цилиндрической интерполяции и команда двух осей для интерполяции
N07 G07.1 C20. ; ..... Запуск цилиндрической интерполяции
N08 G41 ;
N09 G01 Z-10. C80. F150 ;
N10 Z-25. C90. ;
N11 Z-80. C225 ;
N12 G03 Z-75.C270. R55. ;
N13 G01 Z-25 ;
N14 G02 Z-20.C280. R80. ;
N15 G01 C360. ;
N16 G40 ;
N17 G07.1 C0 ; ..... Отмена цилиндрической интерполяции
N18 G01 X50. ;
N19 G0 X100. Z100. ;
N20 M25 ;
N21 M30 ;

<Параметр>
#1029 aux_I
#1030 aux_J C
#1031 aux_K



Связь с другими функциями

Круговая интерполяция

(1) Во время режима цилиндрической интерполяции возможна круговая интерполяция между вращательной и линейной осью.
(2) Команда с параметром R может быть задана при круговой интерполяции. (I, J и K не могут быть заданы.)

Коррекция на радиус резца

Радиус резца может быть скорректирован в режиме цилиндрической интерполяции.
(1) Задавать выбор плоскости следует так же, как и при круговой интерполяции.
Применяя компенсацию радиуса инструмента, запускайте и отменяйте компенсацию в режиме цилиндрической интерполяции.
(2) Возникает ошибка программирования (P485), если задана G07.1 при выполнении коррекции на радиус резца.
(3) Если команда G07.1 задана без команды движения после отмены компенсации радиуса инструмента, позиция оси в кадре команды G07.1 интерпретируется как позиция, примененная после отмены компенсации радиуса инструмента, и выполняются следующие операции.

Минутная подача (асинхронная подача)

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

Контроль постоянства скорости резания

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

Вспомогательные функции

(1) В режиме цилиндрической интерполяции задавать команды вспомогательной функции (M) и 2-й вспомогательной функции.
(2) В режиме цилиндрической интерполяции S-команда указывает скорость вращения вращающегося инструмента, а не скорость вращения шпинделя.

Компенсация длины инструмента

(1) Если в режиме цилиндрической интерполяции выполняется компенсация длины инструмента, возникает ошибка программы (P481).

```
 :
 :                          ... Компенсация длины инструмента перед цилиндрической интерполяцией
G43 H12 ;                       -> действительно
G0 X100. Z0. ;
G19 Z C ;
G07.1 C100. ;
 :
G43 H11 ;                  ... Компенсация длины инструмента в режиме цилиндрической интерполяции
 :                              -> ошибка программы
G07.1 C0 ;
```

(2) Прежде чем выполнять цилиндрическую интерполяцию, завершите операцию компенсации инструмента (движение на величину компенсации длины инструмента и износа).
Если операция компенсации инструмента не завершена и в это время задана команда запуска цилиндрической интерполяции, происходит следующее:
- Координата станка изменяется даже при выполнении команды G12.1.
- Если выполняется G07.1, координата детали изменяется на координату компенсации длины инструмента в державке.
(Даже при отмене цилиндрической интерполяции эта координата детали не отменяется.)

Команда F во время цилиндрической интерполяции

Используется ли в качестве команды F во время режима цилиндрической интерполяции предыдущая F-команда, зависит от предшествующего режима команды − подачи в минуту (G94/G98) или подачи на оборот (G95/G99).

(1) Если непосредственно перед G07.1 задается команда G94 (G98)
Если в цилиндрической интерполяции нет F-команды, используется скорость подачи предыдущей F-команды. После отмены режима цилиндрической интерполяции в качестве скорости подачи продолжает использоваться скорость подачи F-команды, настроенная при запуске режима цилиндрической интерполяции, или последняя настройка скорости подачи F-команды во время цилиндрической интерполяции.

(2) Если непосредственно перед G07.1 задается команда G95 (G99)
Использование скорости подачи предыдущей F-команды для цилиндрической интерполяции не возможно, и поэтому должна быть задана новая F-команда.
После отмены режима цилиндрической интерполяции скорость подачи возвращается в состояние, соответствующее состоянию до запуска режима цилиндрической интерполяции.

Если в режиме G07.1 отсутствует команда F

Предыдущий режим	F-команда отсутствует	После отмены G07.1
G94 (G98)	Используется предыдущая F	<-
G95 (G99)	Ошибка программы (P62)	Используется F непосредственно перед G07.1

Если в G07.1 задана F команда

Предыдущий режим	F-команда имеется	После отмены G07.1
G94 (G98)	Используется заданная команда F	<-
G95 (G99)	Используется заданная команда F *1	Используется F непосредственно перед G07.1
*1) Перемещается при помощи команды минутной подачи во время G07.1.		

Ограничения и 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 (CWW)
G04	Выдержка времени
G09	Контроль точного останова
G40-42	Коррекция на радиус резца
G61	Режим точной остановки
G64	Режим резания
G65	Макровызов (простой вызов)
G66	Модальный вызов макроса (модальный вызов)
G66,1	Модальный вызов макроса (вызов кадра с помощью макроса)
G67	Отмена модального макровызова (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, если при цилиндрической интерполяции задан G код, отличный от перечисленных выше кодов.

(2) Режим цилиндрической интерполяции отменяется при включении электропитания или выполнении сброса.

(3) Если какая-либо из осей, для которых заданы команды во время цилиндрической интерполяции, не завершила возврат в референтную позицию, возникает ошибка программы (P484).

(4) Компенсация радиуса инструмента должна быть отменена до отмены режима цилиндрической интерполяции.

(5) Если режим цилиндрической интерполяции отменен и выполнено переключение на режим резания, то восстанавливается плоскость, которая была выбрана перед цилиндрической интерполяцией.

(6) Если кадр находится в цилиндрической интерполяции, программа не может быть перезапущена (перезапуск программы).

(7) Выдается ошибка программирования (P486), если задана команда цилиндрической интерполяции в режиме зеркального отображения.

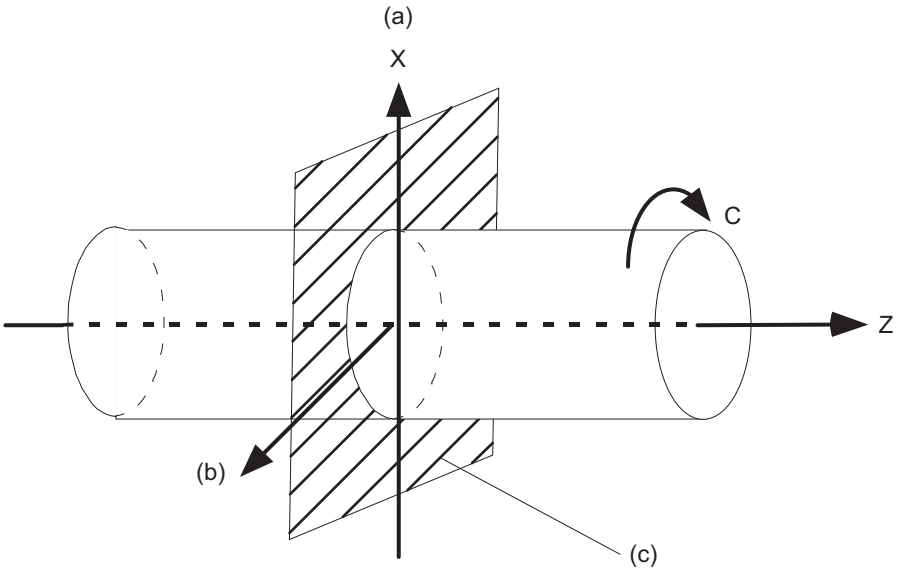
(8) При запуске или отмене режима цилиндрической интерполяции производится контроль замедления.

(9) Выдается ошибка программирования (P481), если в режиме цилиндрической интерполяции задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция в полярных координатах.

6.10 Интерполяция полярных координат ; G12.1,G13.1/G112,G113

Принцип действия и назначение

Эта функция преобразует команды, запрограммированные в ортогональных координатах, в движение линейной оси (движение инструмента) и движение поворотной оси (вращение детали) для управления обработкой контура.
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.



(a) линейная ось (b) поворотная ось (гипотетическая ось) (c) плоскость интерполяции полярных координат (плоскость G17)

Эту функцию можно использовать для вырезания прямолинейной выемки на внешнем диаметре детали, для производства кулачковых валов и т. п.

Формат команды

G12.1; ... Начало режима интерполяции полярных координат

G13.1; ... Отмена режима интерполяции полярных координат

Подробное описание

(1) Команды координат в интервале от запуска до отмены режима интерполяции полярных координат являются командами интерполяции полярных координат.

G12.1;	Начало режима интерполяции полярных координат	(Производится пуск интерполяции полярных координат)
: : :	(Заданные координаты в данном интервале будут являться полярными 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. Если эта команда задана в том же кадре что и другие G-коды, возникает ошибка программы (P33).
(4) В режиме интерполяции полярных координат может быть задана линейная или круговая интерполяция.
(5) Команды координат могут быть как абсолютными, так и инкрементными командами.
(6) Коррекция на радиус резца может быть задана. Интерполяция полярных координат выполняется по отношению к траектории после того, как она была подвергнута компенсации радиуса инструмента.
(7) Тангенциальная скорость в плоскости интерполяции полярных координат (ортогональной системе координат) задается с помощью команды F в "мм/мин" или "дюймах/мин".
(8) Если задана команда G12.1/G13.1, выполняется контроль замедления.

Выбор плоскости

Линейная и поворотная ось, используемые для интерполяции полярных координат, должны быть заранее настроены в параметрах.

(1) Определите плоскость интерполяции полярных координат с помощью параметра (#1533) линейной оси, используемой для интерполяции полярных координат.

Настройка #1533	Выбранная плоскость
X	G17 (XY плоскость)
Y	G19 (YZ плоскость)
Z.	G18 (ZX плоскость)
пусто (никакой настройки)	G17 (XY плоскость)

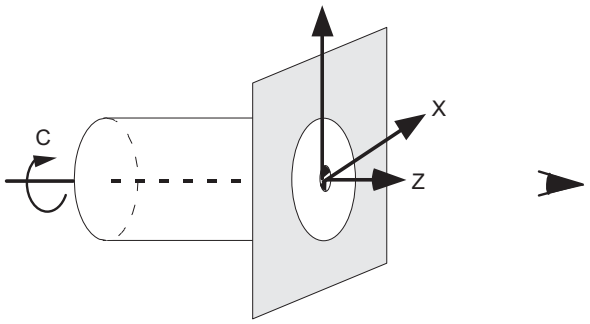
(2) Выдается программная ошибка (P485), если команда выбора плоскости (G16 - G19) задается в режиме интерполяции полюсных координат.

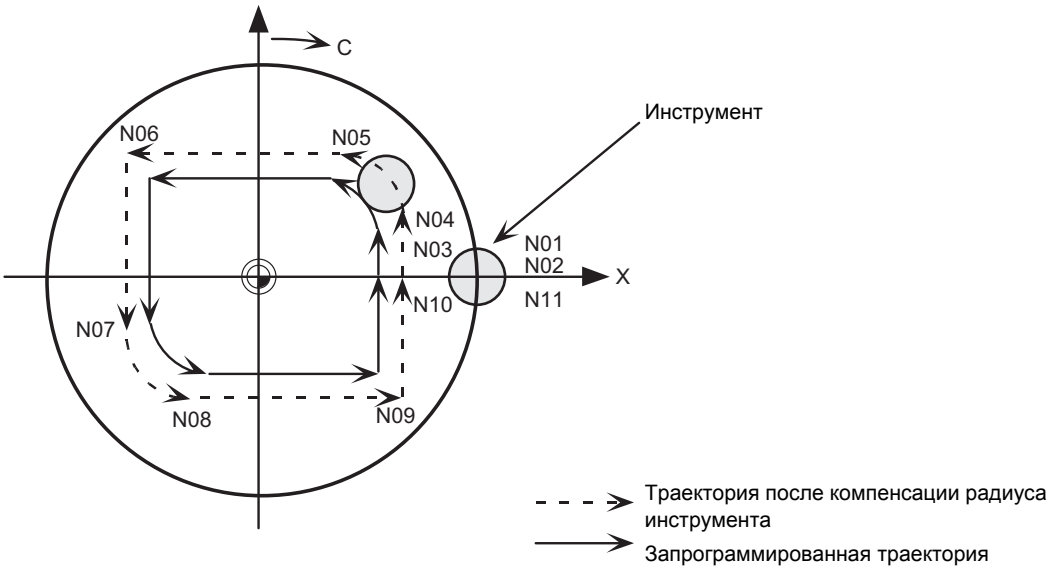
(Примечание) В зависимости от модели или версии параметр (#1533) может отсутствовать. В этом случае операция будет такой же, как при не заполненном параметре (#1533) (отсутствии настройки).

Связанные параметры

#1516 mill_ax (название фрезерной оси)
#1517 mill_c (название гипотетической оси фрезерной интерполяции)
#8111 Milling Radius (радиус фрезерования)
#1533 millPax (название линейной оси полярных координат)

Пример программы





<Программа>

```
  :
  :
N00 T0101;
  :
  :
N01 G17 G90 G0 X40.0 C0 Z0;        Настройка начальной позиции
N02 G12.1;                         Режим интерполяции полярных координат: запуск
N03 G1 G42 X20.0 F2000;            Фактическое начало обработки
N04 C10.0;
N05 G3 X10.0 C20.0 R10.0;
N06 G1 X-20.0;                     Программа формы
N07 C-10.0;
N08 G3 X-10.0 C-20.0 I10.0 J0;     (следует за значениями ортогональных координат
                                   на плоскости гипотетической оси X-C.)
N09 G1 X20.0;
N10 C0;
N11 G40 X40.0;
N12 G13.1;                         Режим интерполяции полярных координат:
                                   Отмена
  :
  :
M30 ;
```

Связь с другими функциями

Команды при интерполяции полярных координат

(1) В режиме интерполяции полярных координат команды программы задаются со значением ортогональной координаты линейной оси и координаты поворотной оси (гипотетической оси) в плоскости интерполяции полярных координат.
Адрес поворотной оси (C) указывается в виде команды адреса для 2-й оси (гипотетической оси) плоскости.
В качестве единицы команды не используются "градусы". Используется та же единица (мм или дюймы), которая используется для команды по адресу 1-й оси плоскости (линейной оси).

(2) 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.

Круговая интерполяция на плоскости полярных координат

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

Настройка #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 (никакой настройки)	I, J (плоскость полярных координат распознается как плоскость XY)

Можно также указать радиус дуги с помощью R-команды.

(Примечание) В зависимости от модели или версии параметр (#1533) может отсутствовать. В этом случае операция будет такой же, как при не заполненном параметре (#1533) (отсутствии настройки).

Коррекция на радиус резца

Радиус резца может быть скорректирован в режиме цилиндрической интерполяции.

(1) Выберите плоскость так же, как и для интерполяции полярных координат. Для выполнения компенсации радиуса инструмента она должна быть запущена и отменена во время режима интерполяции полярных координат.

(2) Выдается программная ошибка (P485), если интерполяция полюсных координат выполняется во время коррекции на радиус резца.

(3) Если команды G12.1 и G13.1 заданы без команды движения после отмены компенсации радиуса инструмента, позиция оси в кадре команд G12.1 и G13.1 интерпретируется как позиция, примененная после отмены компенсации радиуса инструмента, и выполняются следующие операции.

Асинхронная подача резания

(1) Асинхронный режим принудительно включается при пуске режима интерполяции полярных координат.

(2) Если режим интерполяции полярных координат отменен, синхронный режим возвращается в состояние, которое имело место до запуска режима интерполяции полярных координат.

(3) Выдается ошибка программирования (P485), если G12.1 задана в режиме постоянной скорости резания (G96).

Вспомогательные функции

(1) В режиме интерполяции полярных координат можно задавать команды вспомогательной функции (M) и 2-й вспомогательной функции.

(2) В режиме интерполяции полярных координат S-команда указывает скорость вращения вращающегося инструмента, а не скорость вращения шпинделя.

Компенсация длины инструмента

(1) Если в режиме интерполяции полярных координат выполняется компенсация длины инструмента, возникает ошибка программы (P481).

```
 :
G43 H12 ;          ... Компенсация длины инструмента перед интерполяцией полярных координат ->
                       действительно
G0 X100. Z0. ;
G12.1;
 :
G43 H11 ;          ... Компенсация длины инструмента в режиме интерполяции полярных координат
                       -> ошибка программы
 :
G13.1;
```

(2) Прежде чем выполнять интерполяцию полярных координат, завершите операцию компенсации инструмента (движение на величину компенсации длины инструмента и износа). Если операция компенсации инструмента не завершена и в это время задана команда запуска интерполяции полярных координат, происходит следующее:
- Координата станка не изменяется даже при выполнении G12.1.
- При выполнении команды G12.1 координата детали изменяется на координату компенсации длины инструмента в державке.
(Даже при отмене интерполяции полярных координат эта координата детали не отменяется.)

Команда F во время интерполяции полюсных координат

Используется ли во время режима интерполяции полярных координат предыдущая F-команда, зависит от предшествующего режима − подачи в минуту (G94/G98) или подачи на оборот (G95/G99).

(1) Если непосредственно перед G12.1 задается команда G94 (G98)
Если в интерполяции полярных координат отсутствует F-команда, используется скорость подачи предыдущей F-команды.
После отмены режима интерполяции полярных координат в качестве скорости подачи продолжает использоваться скорость подачи F-команды, настроенная при запуске режима интерполяции полярных координат, или последняя настройка скорости подачи F-команды во время интерполяция полярных координат.

(2) Если непосредственно перед G12.1 задается команда G95 (G99)
Скорость подачи предыдущей F-команды не может использоваться для интерполяции полярных координат. Должна быть задана новая F-команда.
После отмены режима интерполяции полярных координат скорость подачи возвращается в состояние, которое она имела до запуска режима интерполяции полярных координат.
[если в G12.1 нет F-команды]

Предыдущий режим	F-команда отсутствует	После G13.1
G94 (G98)	Используется предыдущая F	<-
G95 (G99)	Ошибка программы (P62)	Используется F непосредственно перед G12.1

[если в G12.1 есть F-команда]

Предыдущий режим	F-команда имеется	После G13.1
G94 (G98)	Используется заданная команда F	<-
G95 (G99)	Используется заданная команда F *1	Используется F непосредственно перед G12.1
*1) Движение по команде подачи в минуту во время G12.1.		

Ось сверления в команде стандартного цикла сверления

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

Настройка #1533	Ось сверления отверстий
X	Z (плоскость полярных координат интерпретируется как плоскость XY)
Y	X (плоскость полярных координат интерпретируется как плоскость YZ)
Z.	Y (плоскость полярных координат интерпретируется как плоскость ZX)
пусто (никакой настройки)	Z (плоскость полярных координат интерпретируется как плоскость XY)

Величина смещения в команде G76 (тонкая расточка) или G87 (обратная расточка)

Величина смещения в команде G76 (тонкая расточка) или G87 (обратная расточка) во время интерполяции полярных координат определяется параметром линейной оси (#1533).

Настройка #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 (никакой настройки)	I, J (плоскость полярных координат распознается как плоскость XY)

Ограничения и 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 (CWW)
G04	Выдержка времени
G09	Контроль точного останова
G40-42	Коррекция на радиус резца
G61	Режим точной остановки
G64	Режим резания
G65	Макровызов (простой вызов)
G66	Модальный вызов макроса (модальный вызов)
G66,1	Модальный вызов макроса (вызов кадра с помощью макроса)
G67	Отмена модального макровызова (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) Если кадр находится в цилиндрической интерполяции, программа не может быть перезапущена (перезапуск программы).

(3) Прежде чем подавать команду интерполяции полярных координат, настройте систему координат детали так, чтобы центр поворотной оси находился 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 представляет собой интерполированную скорость в плоскости интерполяции полярных координат (ортогональная система координат). (Относительная скорость с инструментом будет отличаться в соответствии с преобразованием полярных координат.) При проходе рядом с центром поворотной оси в плоскости интерполяции полярных координат (ортогональная система координат), после интерполяции полярных координат скорость подачи поворотной оси будет очень высокой.

(5) Команда движения оси вне плоскости во время интерполяции полярных координат выполняется без учета интерполяции полярных координат.

(6) Все индикаторы текущей позиции во время интерполяции полярных координат будут отображать реальное значение текущей координаты. Однако "остающаяся величина перемещения" отображает величину перемещения в плоскости полярных координат.

(7) Режим интерполяции полярных координат отменяется при включении питания или сбросе.

(8) Если какая-либо из осей, для которых заданы команды во время интерполяции полярных координат, не завершила возврат в референтную позицию, возникает ошибка программы (P484).

(9) Компенсация радиуса инструмента должна быть отменена до отмены режима интерполяции полярных координат.

(10) Если режим интерполяции полярных координат отменен и произошло переключение на режим резания, то восстанавливается плоскость, выбранная до 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 координаты.

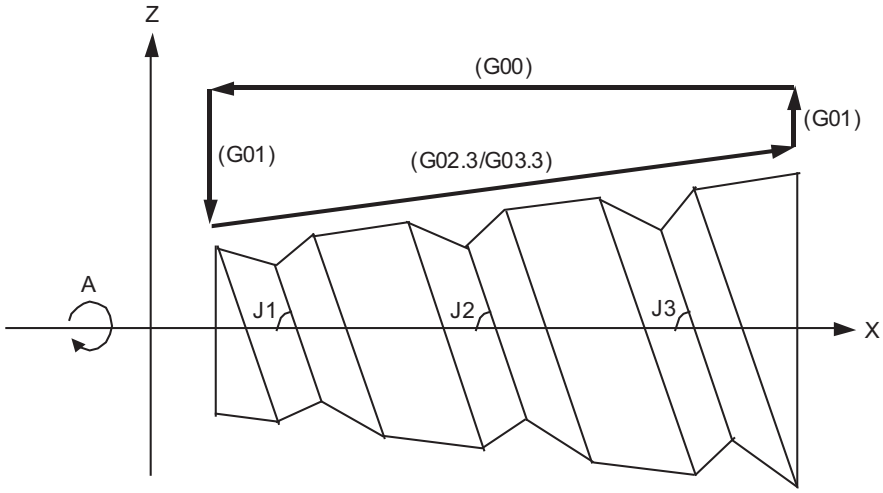
(13) Если во время интерполяции полярных координат зона движения оси X находится на положительной стороне, то перед подачей команды интерполяции полярных координат ось X необходимо переместить в плюсовую область (область выше нуля, включая сам 0). Если зона движения оси X находится на минусовой стороне, то перед подачей команды интерполяции полярных координат ось X необходимо переместить в минусовую область, не включающая в себя 0.

6.11 Экспоненциальная интерполяция ; G02.3,G03.3

Принцип действия и назначение

Экспоненциальная интерполяция управляет поворотной осью по экспоненциальной функции по отношению к движению 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.

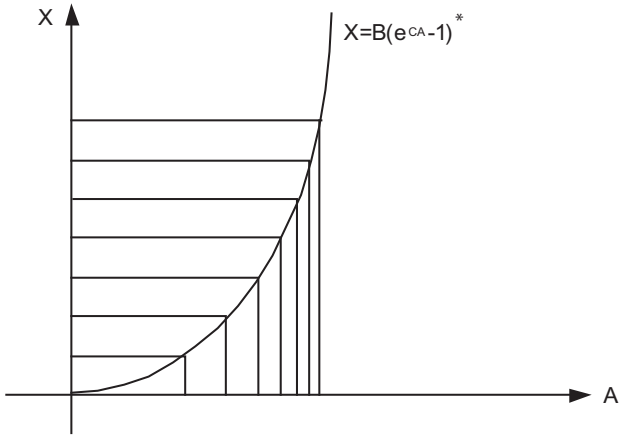
- Единообразная обработка винтовой линии конической формы



A : ось A (поворотная ось)
X : ось X (линейная ось)

Угол закрутки: J1 = J2 = J3

- Отношение линейной и поворотной оси



A : ось A (поворотная ось)
X : ось X (линейная ось)
* : {B, C... константы}

Формат команды

G02.3 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 Qq1 Kk1 ; ... Интерполяция с прямым вращением (модальная)

G03.3 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 Qq1 Kk1 ; ... Интерполяция с обратным вращением (модальная)

X	Конечная точка оси X (Примечание 1)
Y	Конечная точка оси Y (Примечание 1)
Z.	Конечная точка оси Z (Примечание 1)
I	Угол i1 (Примечание 2)
J	Угол j1 (Примечание 2)
R	Значение постоянной r1 (Примечание 3)
F	Исходная скорость подачи (примечание 4)
Q	Скорость подачи в конечной точке (примечание 5)
K	Команда игнорируется.

(Примечания 1)Укажите конечную точку линейной оси, указанной с помощью параметра "#1514 expLinax", а также ось, выполняющую линейную интерполяцию между этой осью.
Если конечная точка указана на поворотной оси, указанной с помощью параметра "#1515 expRotax", то происходит линейная интерполяция без интерполяции по экспоненциальной функции.

(Примечания 2)Единицы задания являются следующими.

Единица настройки	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E
(единица =°)	0.001	0.0001	0.00001	0.000001

Диапазон команды: 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.

(Примечания 3)Единицы задания являются следующими.

Единица настройки	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E	Единицы
Метрическая система	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	мм
Дюймовая система	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	дюймы

Диапазон команды − положительное значение, не содержащее 0.
Если нет команды адреса R, возникает ошибка программы (P33).
Выдается ошибка программирования (P35), если в команде после адреса R задано значение 0.

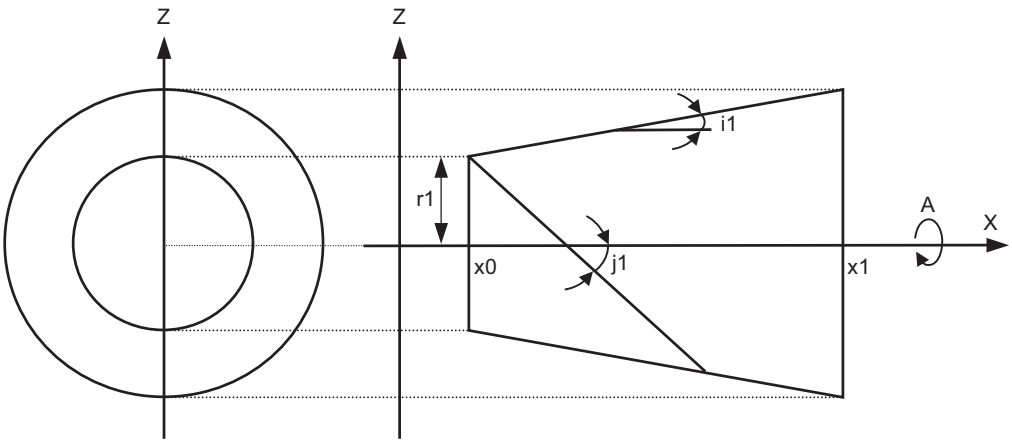
(Примечания 4)Единицы и диапазон задания такие же, как для обычного F кода. (команда подачи в минуту)
Задавайте команду результирующей скорости подачи, включающей в себя компонент для поворотной оси.
Стандартное модальное значение F не будет изменено F-командой.
Выдается ошибка программирования (P33), если в команде нет адреса R.
Выдается ошибка программирования (P35), если в команде после адреса R задано значение 0.

(Примечания 5)Единицы задания являются следующими.

Единица настройки	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E	Единицы
Метрическая система	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	мм
Дюймовая система	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	дюймы

Единицы и диапазон задания такие же, как для обычного F кода.
Задавайте команду результирующей скорости подачи, включающей в себя компонент для поворотной оси.
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 адрес Q отсутствует, интерполяция выполняется с использованием начальной скорости подачи (F-команды).
(Скорость подачи в начальной и конечной точке будет одинаковой.)
Выдается ошибка программирования (P35), если после адреса Q в команде задано значение 0.

- Пример обработки единообразной винтовой линии конической формы



A : ось A (поворотная ось)
X : ось X (линейная ось)
x0 : начальная точка линейной оси

Подробное описание

Относительное выражение экспоненциальной функции

Относительное выражение экспоненциальной функции линейной оси (X) и поворотной оси (A) в команде G02.3/G03.3 определяется следующим образом.

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

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

Однако

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

$\omega = 0$ во время прямого вращения (G02.3) и $\omega = 1$ во время обратного вращения (G03.3).

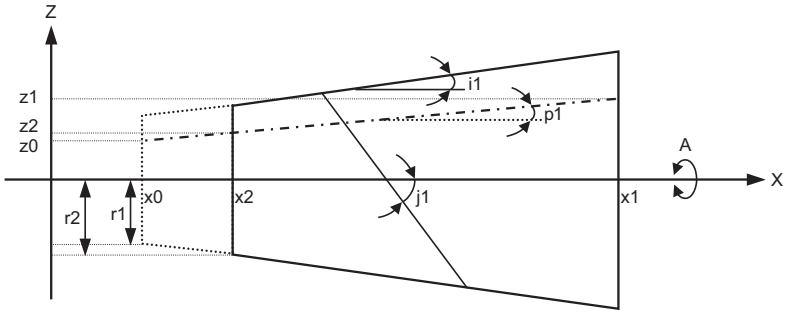
θ − это угол поворота (в радианах) начальной точки поворотной оси

Угол поворота (θ) поворотной оси в соответствии с выражением (1) определяется следующим образом.

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

Пример обработки

- Единообразная обработка винтовой линии конической формы



<Относительное выражение экспоненциальной функции в примере обработки>

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

$X(\theta) = r1 *(e^{\theta/D}-1)/ \tan(i1)$ ...(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 интерполируемая с линейной осью (осью X))

X(θ) : абсолютное значение от начальной точки оси X (линейная ось)

A(θ): абсолютное значение от начальной точки оси A (поворотная ось)

r1 : константа экспоненциальной интерполяции (команда адреса R)

r2 : радиус левой кромки детали

x2 : позиция оси X (линейной оси) на левой кромке детали

x1 : конечная точка оси X (линейной оси) (команда адреса X)

x0 : начальная точка оси X (линейной оси) (установите "x0 < = x1", чтобы деталь не сталкивалась с инструментом)

z1 : конечная точка оси Z (ось, линейно интерполирующая в интервале с линейной осью (ось X)) (команда адреса Z)

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

i1 : угол градиента конуса (команда адреса I)

p1 : угол градиента основания прорези

j1 : угол закрутки (угол подъема винтовой линии) (команда адреса J)

ω : направление закрутки (0: прямое вращение, 1: обратное вращение)

θ : угол поворота детали (радиан)

f1 : исходная скорость подачи (команда адреса F)

q1 : скорость подачи в конечной точке (команда адреса Q)

k1 : несущественные данные (команда адреса K)

В соответствии с формулами (1) и (2):

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

В соответствии с выражением (3), угол градиента основания прорези (p1) определяется на основе позиций конечных точек по осям X и Z (x1, z1).

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

На вышеприведенной диаграмме константа интерполяции по экспоненциальной функции (r1) определяется по следующей формуле на основе радиуса (r2) левой кромки детали, начальной точки оси X (x0), позиции оси X на левой кромке детали (x2) и угла уклона конуса (i1).

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

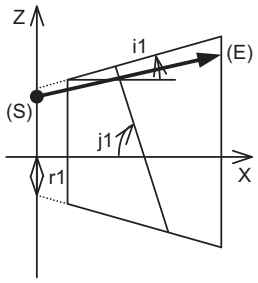
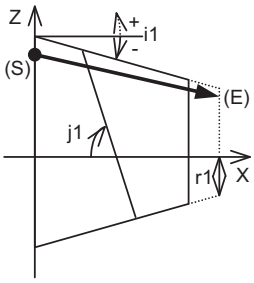
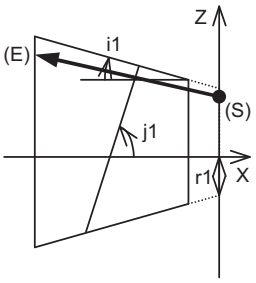
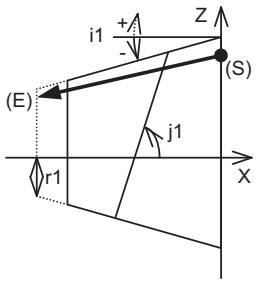
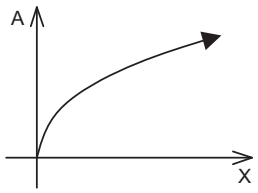
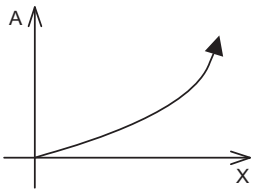
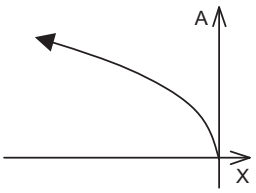
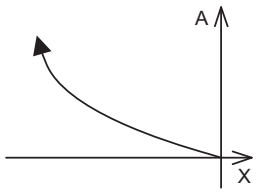
Угол уклона конуса (i1) и угол закрутки (j1) установлены адресами команд I и J (соответственно).

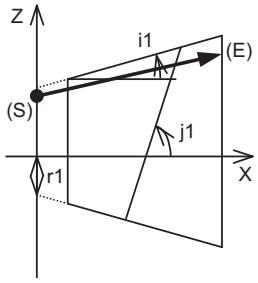
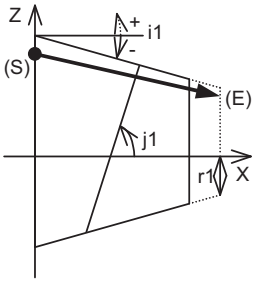
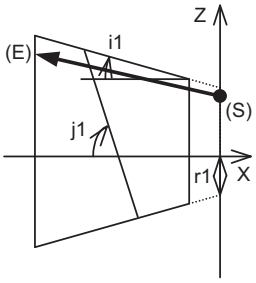
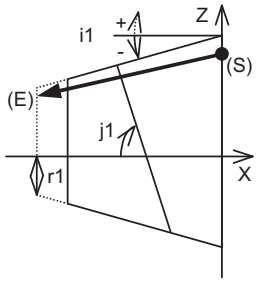
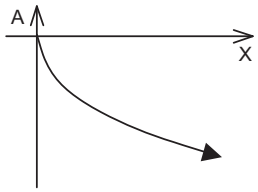
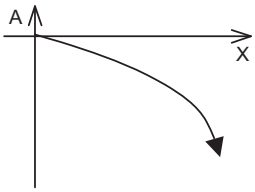
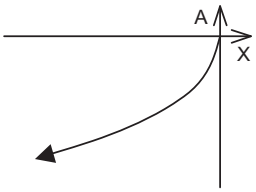
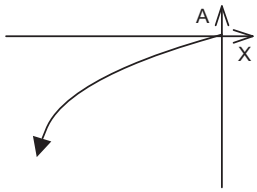
Следует отметить, что если форма является формой обратного конуса, угол наклона конуса (i1) будет иметь отрицательное значение.

Направление закрутки (ω) изменяется G-кодом. (прямое вращение при команде G02.3, обратное вращение при команде G03.3)

Вышеприведенные настройки позволяют вести обработку единообразной винтовой линии конической формы (или обратной конической формы).

Команда и работа

	G2.3 (эквивалентно G3.3, если j1<0)			
	Направление движения X > 0		Направление движения X < 0	
	i1 > 0	i1 < 0	i1 > 0	i1 < 0
Команда				
Операция				
Пример программы обработки	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 X > 0		Направление движения X < 0	
	i1 > 0	i1 < 0	i1 > 0	i1 < 0
Команда				
Операция				
Пример программы обработки	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;

(E) конечная точка

(S) начальная точка

Указания

(1) Если задается команда G02.3/G03.3, интерполяция осуществляется на основе относительного выражения экспоненциальной функции с использованием начальной позиции линейной оси и 0 в качестве поворотной оси.

(2) Линейная интерполяция выполняется в следующих случаях, даже в режиме G02.3/G03.3. Скорость подачи для линейной интерполяции представляет собой F-команду в этом кадре. (Следует отметить, что стандартное модальное значение F не будет обновлено.)
- В команде не задана линейная ось, указанная в параметре (#1514 expLinax), или величина перемещения для этой оси равна 0.
- Задана поворотная ось, указанная в параметре (#1515 expRotax).

(3) Если во время режима G02.3/G03.3 заданы следующие команды, возникает ошибка программы. Ошибка программы возникает также в случае, если команда G02.3 или G03.3 задана в следующих режимах.
- Компенсация длины инструмента (ошибка программы возникает только в случае, если компенсация запускается одновременно с движением, вызванным интерполяцией по экспоненциальной функции. Если компенсация длины инструмента была запущена перед запуском режима G02.3/G03.3, то она работает как обычно.)
- компенсация радиуса инструмента
- высокоскоростное высокоточное управление
- высокоскоростная обработка
- масштабирование
- компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента
- вращение фигуры
- поворот координат с помощью программы
- поворот координат с помощью параметра
- трехмерное преобразование координат

(4) Возникает ошибка программирования (P481), если данные команды задаются в режимах интерполяции полярных координат, цилиндрической интерполяции или фрезерной интерполяции.

(5) Если команды заданы во время масштабирования или зеркального отображения, возникает ошибка программы (P612).

(6) Если команды задаются во время высокоскоростного высокоточного управления II, возникает ошибка программы (P34).

(7) G02.3/G03.3 является функцией с асинхронной подачей даже во время режима синхронной подачи (режим синхронной подачи отменяется).

(8) Если в параметре "#1515 expRota" установлено то же самое название оси, что и первоначальная ось C, то ось, выбираемая сигналом выбора оси C, интерполируется как поворотная ось.

6.12 Команда полярных координат ; G16

Принцип действия и назначение

Эта функция позволяет задавать координаты конечной точки в виде полярных координат (радиуса и угла).

Формат команды

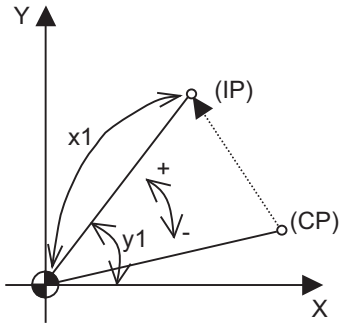
G16 ; ... Включение режима полярных координат

G15 ; ... Выключение режима полярных координат

Подробное описание

(1) Команда полярных координат применяется в области программы между включением и выключением режима полярных координат.

G1x ;	Выбор плоскости для команды полярных координат (G17/G18/G19)
G16 ;	Включение режима полярных координат
G9x G01 Xx1 Yy1 F2000 ; :	команда полярных координат G9x : выбор центра для команды полярных координат (G90/G91) G90 : Центром полярных координат является нулевая точка системы координат детали. G91 : Центром полярных координат является текущая позиция. x1 : 1-я ось для плоскости: радиус полярных координат y1 : 2-я ось для плоскости : угол полярных координат
G15 ;	Выключение режима полярных координат



(CP) текущая позиция
(IP) позиция, заданная командой

Для G90/G17 (плоскость X-Y)

(2) Выбор плоскости во время режима полярных координат осуществляется с помощью команд G17, G18 и G19.

(3) Команда полярных координат является модальной командой. При включении питания режим полярных координат выключен (G15). С помощью параметра (#1210 RstGmd/бит 11) можно выбрать, должно ли инициализироваться это модальное состояние при сбросе.

(4) Во время режима полярных координат радиус задается для 1-й оси выбранной плоскости, а угол для 2-й оси. Например, если выбрана плоскость X-Y, радиус задается адресом "X", а угол адресом "Y".

(5) Угол против часовой стрелки в выбранной плоскости является положительным, а угол по часовой стрелке − отрицательным.

(6) Радиус и угол можно задавать в виде абсолютных значений (G90) или инкрементных значений (G91).

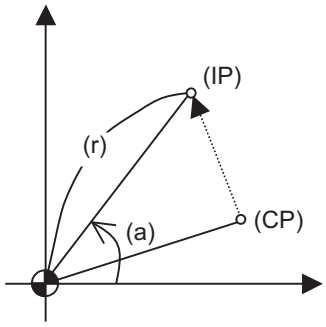
(7) Если радиус задается в абсолютном виде, то указывается расстояние от нулевой точки в системе координат детали (учитывайте, что если установлена локальная система координат, расстояние указывается в локальной системе координат).

(8) Если радиус задается в инкрементном виде, то указывается расстояние от конечной точки предыдущего кадра, так как в этом случае центром полярных координат является конечная точка предыдущего кадра. Угол задается в инкрементном виде по отношению к углу предыдущего кадра.

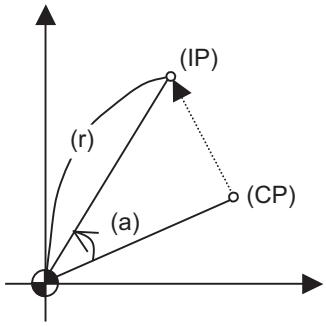
(9) Если указан отрицательный радиус, то выполняемая операция эквивалентна абсолютной команде с таким же значением радиуса и добавлением 180 к значению угла.

Позиция команды

(1) Если центром полярных координат является нулевая точка в системе координат детали
При задании абсолютной команды величины радиуса нулевая точка в системе координат детали становится центром полярных координат.
Учитывайте, что если используется локальная система координат (G52), нулевая точка в локальной системе координат применена к центру полярных координат.

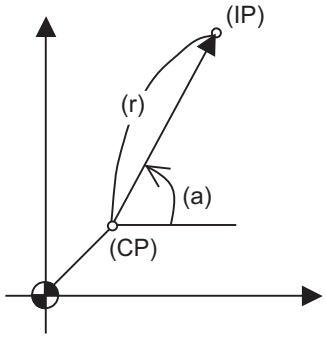


Если угол задан абсолютной командой

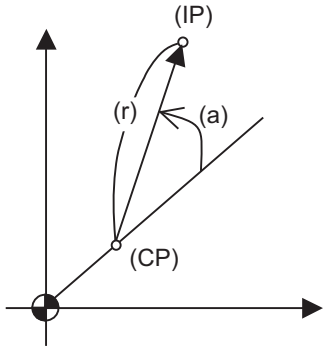


Если угол задан инкрементной командой

(2) Если центром полярных координат является текущая позиция
В результате подачи инкрементной команды радиуса текущая позиция устанавливается в качестве центра полярных координат.



Если угол задан абсолютной командой

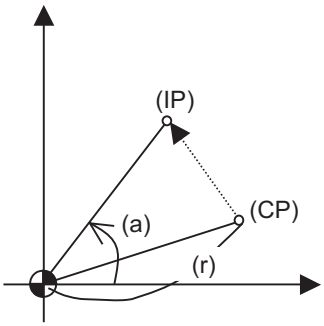


Если угол задан инкрементной командой

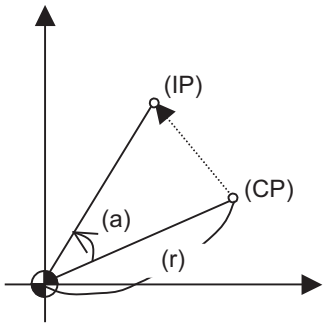
(CP) текущая позиция (IP) позиция команды (a) угол (r) радиус

(3) Если команда радиуса опущена

Если радиус не указан, то в качестве центра полярных координат используется нулевая точка системы координат детали, а в качестве величины радиуса принимается расстояние между центром полярных координат и текущей позицией. Учитывайте, что если используется локальная система координат (G52), нулевая точка в локальной системе координат применена к центру полярных координат.



Если угол задан абсолютной командой



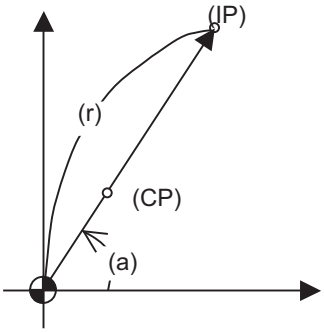
Если угол задан инкрементной командой

(4) Если команда угла опущена

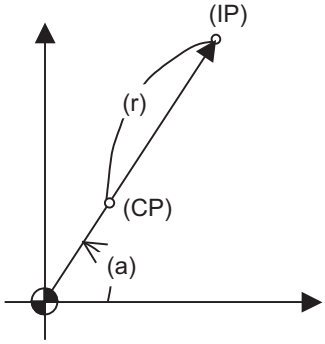
Если угол не указан, то в качестве величины угла принимается угол текущей позиции в системе координат детали.

При задании абсолютной команды величины радиуса нулевая точка в системе координат детали становится центром полярных координат. Учитывайте, что если используется локальная система координат (G52), нулевая точка в локальной системе координат применена к центру полярных координат.

Если радиус указан в инкрементном виде, то в качестве центра полярных координат используется текущая позиция.



Если угол задан абсолютной командой



Если угол задан инкрементной командой

(CP) текущая позиция (IP) позиция команды (a) угол (r) радиус

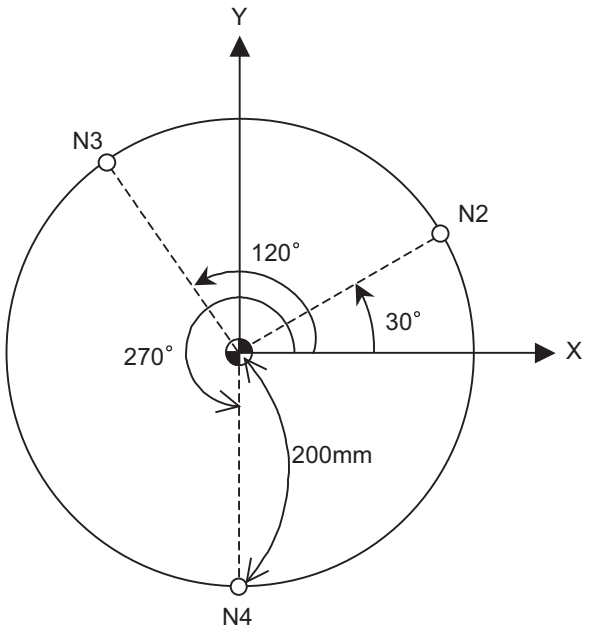
Команда оси не интерпретируется в качестве команды полярных координат

Во время режима полярных координат команда оси со следующей командой не интерпретируется как команда полярных координат. Во время режима полярных координат команда движения, не содержащая команды для 1-й и 2-й оси в выбранной плоскости, также не интерпретируется как команда полярных координат.

Функция	G код
Выдержка времени	G04
Программируемый параметр / ввод данных компенсации	G10
Настройка локальной системы координат	G52
Настройка системы координат станка	G92
Выбор системы координат станка	G53
Поворот координат с помощью программы	G68
Масштабирование	G51
Зеркальное отображение на основе G-команды	G51,1
Контроль референтной позиции	G27
Возврат в опорную позицию	G28
Возврат в начальную позицию	G29
Возврат во 2-ю, 3-ю, 4-ю референтную позицию	G30
Выход в позицию смены инструмента 1	G30,1
Выход в позицию смены инструмента 2	G30,2
Выход в позицию смены инструмента 3	G30,3
Выход в позицию смены инструмента 4	G30,4
Выход в позицию смены инструмента 5	G30,5
Выход в позицию смены инструмента 6	G30,6
Автоматическое измерение длины инструмента	G37
Пропуск	G31
Функция многошагового пропуска 1-1	G31,1
Функция многошагового пропуска 1-2	G31,2
Функция многошагового пропуска 1-3	G31,3
Команда линейного угла	G01 Aa1

Пример программы

Если в качестве нулевой точки полярных координат используется нулевая точка в системе координат детали.



- Нулевая точка полярных координат совпадает с нулевой точкой в системе координат детали.
- Плоскостью координат является плоскость X-Y.

(1) Если радиус и угол задаются в абсолютном виде

N1 G17 G90 G16 ;	Команда полярных координат, выбор плоскости X-Y Нулевая точка полярных координат совпадает с нулевой точкой в системе координат детали.
N2 G85 X200. Y30. Z-20. F200. ;	Радиус 200 мм, угол 30°
N3 Y120. ;	Радиус 200 мм, угол 120°
N4 Y270. ;	Радиус 200 мм, угол 270°
N5 G15 G80 ;	Отмена команды полярных координат

(2) Если радиус задан абсолютной командой, а угол инкрементной

N1 G17 G90 G16 ;	Команда полярных координат, выбор плоскости X-Y Нулевая точка полярных координат совпадает с нулевой точкой в системе координат детали.
N2 G85 X200. Y30. Z-20. F200. ;	Радиус 200 мм, угол 30°
N3 G91 Y90. ;	Радиус 200 мм, угол +90°
N4 Y150. ;	Радиус 200 мм, угол +150°
N5 G15 G80 ;	Отмена команды полярных координат

Указания

(1) Если во время режима полярных координат выполняются следующие команды, или если команда полярных координат выполняется во время следующих режимов, возникает ошибка программы (P34).

Функция	G код
Высокоскоростное высокоточное управление I	G05.1 Q1
Высокоскоростное высокоточное управление II	G05 P10000
Сплайн	G05.1 Q1

(2) Если во время режима полярных координат режим зеркального отображения (на основе G-кода, параметра или внешнего сигнала) отменен где-либо кроме центра зеркального отображения, возникнет отклонение между абсолютным значением и позицией станка. Центр зеркального отображения устанавливается в виде абсолютного значения. Если в этом состоянии снова будет задана команда центра зеркального отображения, центр может установиться в непредсказуемой позиции. Отменяйте зеркальное отображение в центре зеркального отображения. Или, после его отмены, подайте абсолютную команду позиционирования с указанием радиуса и угла команды полярных координат.

6.13 Спиральная/коническая интерполяция ; G02.0/G03.1(Type1), G02/G03(Type2)

Принцип действия и назначение

Эта функция выполняет интерполяцию, плавно соединяющую начальную и конечную точку по спирали. Эта интерполяция выполняется для команд дуги, в которых начальная и конечная точка не расположены на одной и той же окружности.
Имеются два формата команды, которые можно переключать с помощью параметров.

Формат команды

G17 G02.1/G03.1 X__ Y__ I__ J__ P__ F__; ... Спиральная/коническая интерполяция (тип 1: #1272 ex08/бит 2 =0)

G17 G02/G03 X__ Y__ I__ J__ Q__/L__/K__ F__; ... Спиральная/коническая интерполяция (тип 2: #1272 ex08/бит 2 =1)

G17	Плоскость дуги
G02.0/G03.1 (тип 1)	Направление поворота дуги (тип 1)
G02/G03 (тип 2)	Направление поворота дуги (тип 2)
X Y	Координаты конечной точки (если указана также иная ось кроме осей плоскости дуги, выполняется коническая интерполяция)
I J	Центр дуги
P (тип 1)	Число шагов (количество витков спирали) (тип 1)
Q/L/K (тип 2)	Инкрементная/декрементная величина радиуса / число шагов (число витков спирали) / инкрементная/декрементная величина высоты (тип 2)
F	Скорость подачи (скорость в направлении траектории инструмента)

Операции круговой интерполяции выполняются на скорости f1 по вышеуказанным командам.
Траектория направлена к конечной точке по спирали, центр которой расположен в позиции, указанной расстоянием i (по оси X) и расстоянием j (по оси Y) по отношению к начальной точке.

(1) Плоскость дуги указывается командами G17, G18 и G19. (общая для типов 1 и 2)

G17	Плоскость XY
G18	Плоскость ZX
G19	Плоскость YZ

(2) Направление поворота дуги указывается командой G02.1(G02) или G03.1(G03). (общее для типов 1 и 2)

G02.1/G02	По часовой стрелке
G03.1/G03	Против часовой стрелки

(3) Конечная точка задается координатами XYZ. (общее для типов 1 и 2)
(Команда с десятичной точкой возможна. В качестве единицы используются мм (или дюймы))
Если оси плоскости дуги не указаны, наследуются координаты начальной точки.
Если указана иная ось кроме осей плоскости дуги, применяется коническая интерполяция.

(4) Центр дуги задается координатами IJK. (Команда с десятичной точкой возможна. В качестве единицы используются мм (или дюймы)
I : инкрементная величина в направлении оси X от начальной точки
J : инкрементная величина в направлении оси Y от начальной точки
K : инкрементная величина в направлении оси Z от начальной точки
Если какая-либо из осей плоскости дуги не указана, наследуются координаты начальной точки.

(5) P обозначает количество шагов (количество витков спирали). (тип 1)
Количество шагов и витков определяется по следующему принципу:

Количество шагов (0...99)	Количество витков
P0	менее 1 витка (можно не указывать)
P1	1 виток или больше, однако менее 2 витков
Pn	n или более витков, однако меньше чем (n+1) витков

(6) Адрес Q указывает приращение/декремент радиуса на один виток спирали. (тип 2)
Если указано приращение/декремент радиуса, количество витков спирали можно рассчитать по следующей формуле.
Количество витков = | (радиус дуги в конечной точке − радиус дуги в начальной точке) |/| приращение или декремент радиуса |

(7) Адрес L указывает количество шагов (количество витков спирали). (тип 2) (диапазон: 0...99)
Отсутствие указания интерпретируется как L1.
Количество шагов и витков определяется по следующему принципу.

Количество шагов (0...99)	Количество витков
L1	менее 1 витка
L2	1 виток или больше, однако менее 2 витков
Ln	(n-1) витков или больше, однако меньше чем n витков

Если имеются оба указания Q и L, то адрес Q имеет более высокий приоритет, чем адрес L.

(8) Адрес K указывает величину приращения или убывания высоты на один виток спирали при конической интерполяции. (тип 2)
Для иной оси кроме осей плоскости дуги приращение или декремент высоты задается с помощью координат I/J/K. Следующая таблица поясняет взаимосвязь между приращением/декрементом высоты и плоскостью вращения.

Плоскость вращения	Приращение или декремент высоты
G18	Команда J
G19	Команда I
Иная команда кроме G18/ G19	Команда K

Если указано приращение или декремент высоты, количество витков можно определить по следующей формуле.
Количество витков = высота / | приращение/декремент высоты |
Если одновременно указаны адреса Q, K и L, то действуют следующие приоритеты: Q>K>L. В диапазоне приращения или декремента радиуса и высоты можно применять команду с десятичной точкой. В качестве единиц используются мм (или дюймы).

Подробное описание

(1) Направление поворота дуги команды G02.1 совпадает с направлением команды G02, а направление команды G03.1 совпадает с направлением команды G03.

(2) При спиральной интерполяции нет дуг, указываемых с помощью R.

(3) Изменив радиус в начальной и конечной точке и одновременно подав команду для линейной оси, можно выполнять такие операции как обработка конуса, нарезание конической резьбы и т. п..

(4) В нормальном случае, если в командах дуги (G02, G03) разность между радиусом в начальной точке и радиусом в конечной точке меньше настройки параметра, автоматически активируется спиральная интерполяция.

(5) Количество осей, задаваемых в команде одновременно, зависит от спецификаций. В пределах допустимого диапазона сочетание осей может быть любым.

(6) Скоростью подачи является постоянная тангенциальная скорость.

(7) Одновременная компенсация радиуса инструмента (G41, G42) невозможна.

(8) Плоскость дуги всегда соответствует командам G17, G18 и G19. Дуга в плоскости всегда управляется командами G17, G18 и G19, даже если указаны два адреса, не образующих плоскости.

(9) Коническая интерполяция
Если одновременно указаны иные оси кроме осей, находящихся в плоскости спиральной интерполяции, то другие оси также интерполируются синхронизированно со спиральной интерполяцией.

(10) В следующих случаях возникает ошибка программы.

(a) Общее для типов 1 и 2

Настройка	Диапазон задания (единицы)	Ошибка
Координаты конечной точки	Диапазон команды координаты (мм/дюйм) (команда с десятичной точкой возможна)	- Если задано значение, превышающее диапазон команды, возникает ошибка программы (P35). - Если в команде задана иная ось кроме той, которой можно управлять с помощью системы команд, возникает ошибка программы (P33).
Центр дуги	Диапазон команды координаты (мм/дюйм) (команда с десятичной точкой возможна)	- Если задано значение, превышающее диапазон команды, возникает ошибка программы (P35). - Если в команде задана иная ось кроме той, которой можно управлять с помощью системы команд, возникает ошибка программы (P33). - Если ось плоскости вращения не указана полностью, возникает ошибка программы (P33).
Число вершин	от 0 до 99	- Если задано значение, превышающее диапазон команды, возникает ошибка программы (P35).
Скорость подачи	Диапазон команды скорости (мм/мин, дюйм/мин) (Команда с десятичной точкой возможна.)	- Если задано значение, превышающее диапазон команды, возникает ошибка программы (P35).

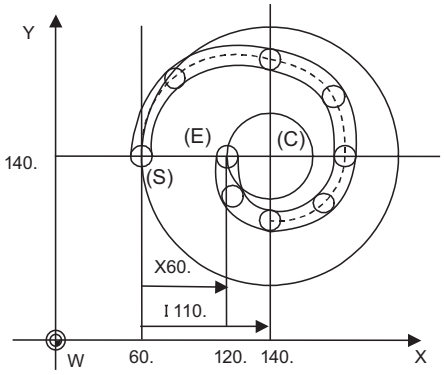
(b) Только для типа 2

Настройка	Диапазон задания (единицы)	Ошибка
Приращение или декремент радиуса	Диапазон команды координаты (мм/дюйм) (команда с десятичной точкой возможна)	- Если знак указанного приращения или декремента противоположен знаку разности между радиусом в начальной точке и радиусом в конечной точке, возникает ошибка программы (P33). - Если позиция конечной точки, полученная на основе значения скорости и величины приращения или декремента, превышает "SpiralEndErr (#8075)", возникает ошибка программы (P70).
Приращение или декремент высоты	Диапазон команды координаты (мм/дюйм) (команда с десятичной точкой возможна)	- Если знак указанного приращения или декремента противоположен знаку направления движения по высоте, возникает ошибка программы (P33). - Если позиция конечной точки, полученная на основе значения скорости и величины приращения или декремента, превышает "SpiralEndErr (#8075)", возникает ошибка программы (P70).
G02.1/0G3.1		- Если при типе 2 используются команды G02.1/G03.1, возникает ошибка программы (P34).

Пример программы

(Пример 1)

```
G91 G17 G01 X60. F500 ;
Y140. ;
G2.1 X60. Y0  I100. P1  F300 ;
G01 X-120 ;
G90
G17  G01  X60. F500 ;
Y140. ;
G2.1   X120. Y140. I100. P1 F300 ;
G01 X0 ;
```



(S) начальная точка (E) конечная точка (C) центр

(Пример 2)

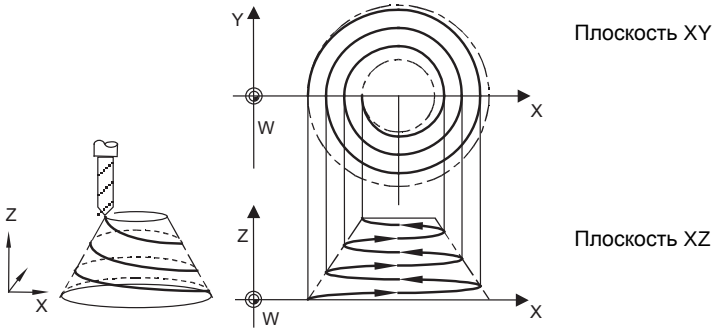
```
G91 G17 G01 X60. F500 ;
Y140. ;
G02.1X60.0 Z100.0 I100. P1  F300 ;
G01X-120 ;
```

-> Так как это плоскость G17, управление по дуге не выполняется на основе осей X-Z.

Управление по дуге выполняется на основе осей X-Y.

(Пример 3) В этом примере выполняется интерполяция по усеченному конусу.

```
G17 G91 G02.1 X100.Z150. I150.P3 F500;
```



Связь с другими функциями

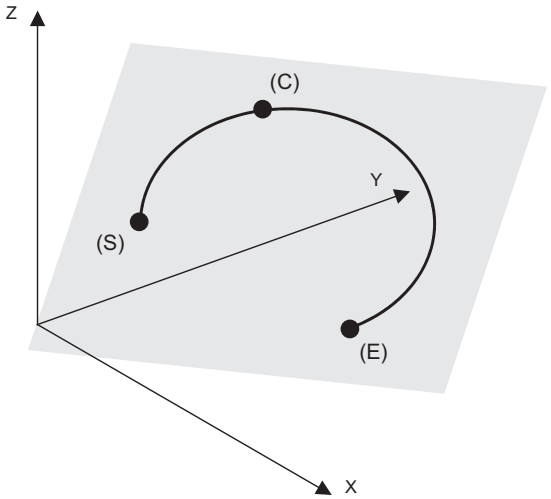
(1) Общее для типов 1 и 2
- Если начальная и конечная точка не находятся на одной и той же дуге, управление нормалью происходит неправильно.
- Если отсутствует команда центра и при этом действует геометрическая команда, возникает ошибка программы (P33).

(2) Только для типа 2
- Если команда винтовой интерполяции задана во время зеркального отображения, возникает ошибка программы (P34).
- Если команда винтовой интерполяции задана во время масштабирования, возникает ошибка программы (P34).
- Если команда винтовой интерполяции задана во время снятия фаски / закругления угла детали, возникает ошибка программы (P33).

6.14 Трехмерная круговая интерполяция ; G02.4,G03.4

Принцип действия и назначение

Чтобы задать круговую команду в трехмерном пространстве, помимо начальной точки (текущей позиции) и конечной точки необходимо указать произвольную (промежуточную) точку на дуге. С помощью команды трехмерной круговой интерполяции можно обрабатывать дугу, форма которой определяется тремя точками (начальной, промежуточной и конечной) в трехмерном пространстве. Для использования этой функции необходима специальная опция оснащения. Если опция отсутствует, однако задана команда трехмерной круговой интерполяции, возникает ошибка программы (P39).



(S) начальная точка (текущая позиция)
(E) конечная точка
(C) промежуточная точка

Формат команды

G02.4(G03.4) Xx1 Yy1 Zz1 αα1 ; Указание промежуточной точки (1-й кадр)
Xx2 Yy2 Zz2 αα2 ; Указание конечной точки (2-й кадр)

G02.4(G03.4)	Команда трехмерной круговой интерполяции (указать направление вращения невозможно)
x1, y1, z1	Координаты промежуточной точки
x2, y2, z2	Координаты конечной точки
α	Произвольная ось, не совпадающая с базовыми осями (X, Y, Z) для трехмерной круговой интерполяции (должна быть обязательно указана)

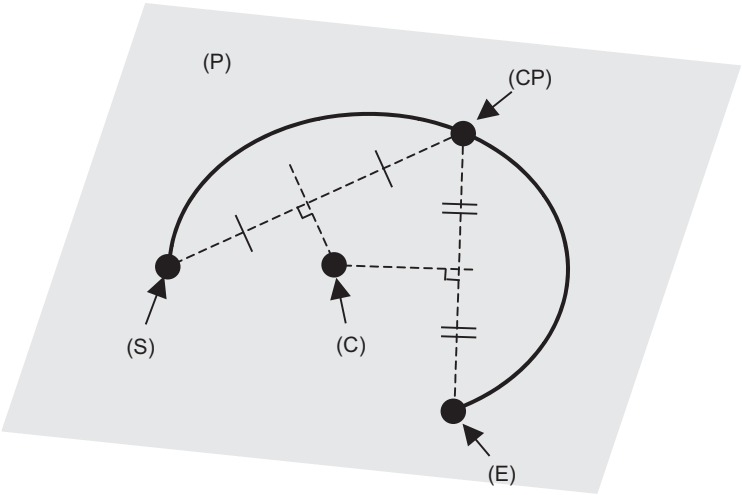
(1) Операции G02.4 и G03.4 не отличаются друг от друга. (Направление вращения указать невозможно)
(2) Базовые оси трехмерной круговой интерполяции настраиваются в параметрах.
(3) Адреса X, Y, Z в кадре можно опустить. Если в 1-м кадре не указаны координаты промежуточной точки, то для них используются координаты начальной точки. Если во 2-м кадре не указаны координаты конечной точки, то для них используются координаты промежуточной точки.
(4) При применении команды трехмерной круговой интерполяции, в дополнение к ортогональной системе координат (X, Y, Z) можно задать произвольную ось, используемую как референтную. Произвольная ось, указанная в кадре указания промежуточной точки (1-м кадре), используется для интерполяции при движении из начальной в промежуточную точку. Произвольная ось, указанная в кадре указания конечной точки (2-м кадре), используется для интерполяции при движении из промежуточной точки в конечную точку. Количество произвольных осей, которое можно задать в команде, различается в зависимости от количества одновременно управляемых осей контурного управления. Сумма трех базовых осей трехмерной круговой интерполяции и одновременно заданных в команде произвольных осей должна быть меньше количества одновременно управляемых осей контурного управления.

Подробное описание

Указание промежуточной и конечной точки

Если используется команда трехмерной круговой интерполяции, то в дополнение к начальной точке (текущей позиции) можно определить дугу в трехмерном пространстве, указав промежуточную точку и конечную точку. (см. след. рис.) Таким образом, в соответствии с форматом команды необходимо указать промежуточную точку в 1-м кадре и конечной точку во 2-м кадре. Если указан только один кадр, возникает ошибка программы (P74).
Если в команде трехмерной круговой интерполяции конечная точка совпадает с начальной точкой, применяется линейная интерполяция. (см. "Если применяется линейная интерполяция") Таким образом, для трехмерной круговой интерполяции не может задана правильная окружность (оборот на 360 градусов).
Кроме того, промежуточная точка должна быть указана посередине между начальной и конечной точкой. Если промежуточная точка указана рядом с начальной или конечной точкой, точность дуги может ухудшиться.

- Указание дуги в трехмерном пространстве



(P) плоскость, содержащая начальную точку, промежуточную точку и конечную точку
(S) начальная точка (текущая позиция)
(E) конечная точка
(CP) промежуточная точка
(C) центр

Как это показано на рисунке выше, если в трехмерном пространстве указаны три точки (начальная, промежуточная, конечная), то возможно определить координаты центра дуги. Если указаны только две точки, центр дуги определить невозможно. В этом случае применяется линейная интерполяция.
Если промежуточная точка указана рядом с начальной или конечной точкой, при вычислении центра дуги может возникнуть ошибка.

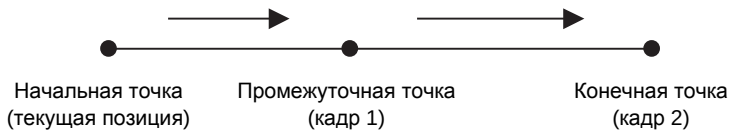
Если применяется линейная интерполяция

В следующем случае вместо трехмерной круговой интерполяции выполняется линейная интерполяция.

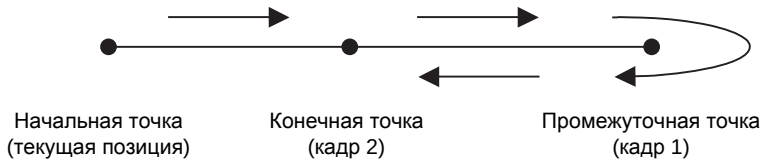
(1) Если начальная точка, промежуточная точка, и конечная точка находятся на одной прямой (см. след. рис.) (Если конечная точка расположена между начальной и промежуточной точкой, то оси перемещаются в очередности "начальная точка − промежуточная точка − конечная точка".)

(2) Если две из трех точек (начальной, промежуточной и конечной) совпадают
(Линейная интерполяция применяется даже если конечная точка совпадает с начальной точкой, т. е. образуется команда правильной окружности. Если начальная точка совпадает с конечной точкой, то оси перемещаются в очередности "начальная точка − промежуточная точка − конечная точка".)

- Если применяется линейная интерполяция



Если три точки находятся на одной прямой, применяется линейная интерполяция.



Даже если конечная точка находится между начальной и промежуточной точкой, движение происходит в очередности "начальная точка − промежуточная точка − конечная точка".

Модальная команда

Команда трехмерной круговой интерполяции G02.4 (G03.4) является модальной командой группы 01. Поэтому эта команда продолжает действовать до тех пор, пока не будет подана другая G-команда группы 01. Если команда трехмерной круговой интерполяции выполняется непрерывно, то ее конечная точка является начальной точкой следующей команды.

Связь с другими функциями

Команды, использование которых невозможно

Команда с G-кодом, которая во время модальной трехмерной круговой интерполяции вызывает ошибку программы

G код	Название функции	Ошибка программирования
G05 Pn	Режим высокоскоростной обработки	P34
G05 P10000	Высокоскоростное высокоточное управление II	P34
G05.1 Q0/G05.1 Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I	P34
G07.1	Цилиндрическая интерполяция	P485
G12/G13	Резание по окружности по часовой стрелке / против часовой стрелки	P75
G12,1	Интерполяция полярных координат	P485
G16	Команда полярных координат	P75
G41/G42	Коррекция на радиус резца	P75
G41/G42	Трехмерная компенсация радиуса инструмента	P75
G41.1/G42.1	Управление нормалью	P75
G43/G44	Компенсация длины инструмента	P75
G51	Масштабирование	P75
G51,1	Зеркальное отображение	P75
G66/G66.1	Макросы пользователя	P75
G67	Макросы пользователя	P276
G68	Поворот координат с помощью программы	P75
G68	Трехмерное преобразование координат	P921
G73/G74/G76/G81/G82 G83/G84/G85/G86/G87 G88/G89	Стандартные циклы	P75

Команда с G-кодом, вызывающая ошибку программы, если во время этой команды задается трехмерная круговая интерполяция

Модальный G-код	Название функции	Ошибка программирования
G05 Pn	Режим высокоскоростной обработки	P34
G05 P10000	Высокоскоростное высокоточное управление II	P34
G05.1 Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I	P34
G07.1	Цилиндрическая интерполяция	P481
G12,1	Интерполяция полярных координат	P481
G16	Команда полярных координат	P75
G41/G42	Коррекция на радиус резца	P75
G41/G42	Трехмерная компенсация радиуса инструмента	P75
G41.1/G42.1	Управление нормалью	P75
G43/G44	Компенсация длины инструмента	P75
G51	Масштабирование	P75
G51,1	Зеркальное отображение	P75
G66/G66.1	Макросы пользователя	P75
G68	Поворот координат с помощью программы	P75
G68	Трехмерное преобразование координат	P922

Функции, использование которых невозможно

Если при трехмерной круговой интерполяции используются следующие функции, возникает сигнализация об ошибке.

- отрезание
- макропрерывание
- зеркальное отображение по настройке параметра
- зеркальное отображение путем внешнего ввода
- снятие фаски / закругление угла детали

На иные функции могут налагаться ограничения. См. разъяснение каждой функции.

Указания

(1) Если действует покадровый режим и используется эта команда, то покадровый останов происходит в промежуточной и конечной точке.
(2) Командная скорость во время трехмерной круговой интерполяции представляет собой тангенциальную скорость на дуге.
(3) Если трехмерная круговая интерполяция задается во время инкрементного режима задания команд, то относительная позиция промежуточной точки по отношению к начальной точке указывается в кадре указания промежуточной точки, а относительная позиция конечной точки по отношению к промежуточной точке указывается в кадре указания промежуточной точки.
(4) Во время графического тестирования траектория трехмерной круговой интерполяции вычерчивается в виде прямой линии на каждом участке от начальной точки к промежуточной точке и от промежуточной точке к конечной точке.

6.15 Интерполяция NURBS ; G06.2

Принцип действия и назначение

Эта функция дает возможность вести обработку по траектории NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, "неоднородный рациональный B-сплайн") путем простого задания параметров кривой NURBS в команде (степень, вес, узел, управляющая точка). На основе этих данных выполняется обработка криволинейной поверхности или линии без разбивки траектории на мельчайшие линейные сегменты. Так как эта функция действует только в режиме высокоскоростного высокоточного управления II, должна иметься опция высокоскоростного высокоточного управления II.
Интерполяция NURBS выполняется на скорости, заданной в команде. Однако если кривизна велика, скорость фиксируется так, чтобы не превышалось допустимое ускорение станка.

Формат команды

```
G06.2  Pp  Kk1 X1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff;
Kk2 Xx2 Yy2 Zz2 Rr2;
Kk3 Xx3 Yy3 Zz3 Rr3;
Kk4 Xx4 Yy4 Zz4 Rr4;
 :
Kkn Xxn Yyn Zzn Rrn;
Kkn+1;
Kkn+2;
Kkn+3;
Kkn+4;
```

Pp	Задание степени кривой NURBS. Указывается в одном и том же кадре с командой G06.2. Кривая NURBS степени p представляет собой кривую порядка (p-1). Если указание Pp отсутствует, это интерпретируется как P4. (пример) P2: Кривая первого порядка (прямая)
Kkn	Узел Задание узла для каждого кадра интерполяции NURBS. Установите одно и то же значение узла с 1-го кадра до кадра, соответствующего (по счету) указанной степени p. Если имеется кадр, содержащий только узел, интерполяция NURBS завершается.
Xxn Yyn Zzn	Координаты контрольной точки. Для управляющей точки 1-го кадра укажите те же координаты, которые были указаны непосредственно перед интерполяцией NURBS.
Rrn	Вес управляющей точки. Установите вес каждой управляющей точки интерполяции NURBS.
Ff	Скорость интерполяции (можно не указывать)

Подробное описание

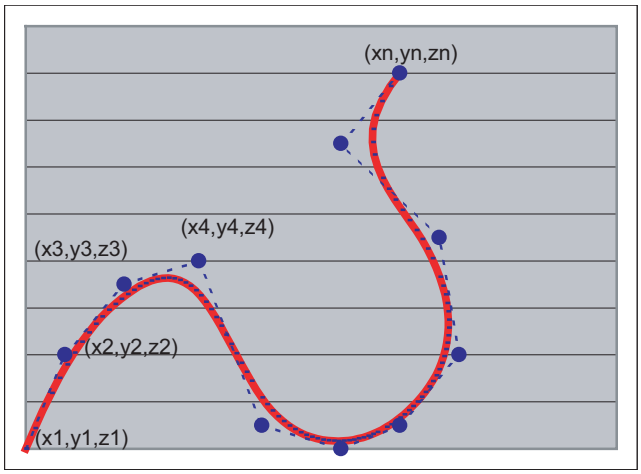
(1) Укажите степень P в 1-м кадре интерполяции NURBS.

(2) Для управляющей точки 1-го кадра интерполяции NURBS укажите те же координаты, которые были указаны непосредственно перед интерполяцией NURBS.

(3) Укажите все оси, которые должны использоваться в последующих кадрах интерполяции NURBS, в 1-м кадре интерполяции NURBS.

(4) Установите одно и то же значение узла K с 1-го кадра интерполяции NURBS до кадра, номер которого (по счету) соответствует степени P.

(5) Если в кадре, номер которого соответствует указанной степени P, задана команда только узла K, интерполяция NURBS завершается.
При этом установите для узла K то же самое значение.



Линия, проходящая через управляющие точки

Включена интерполяция NURBS

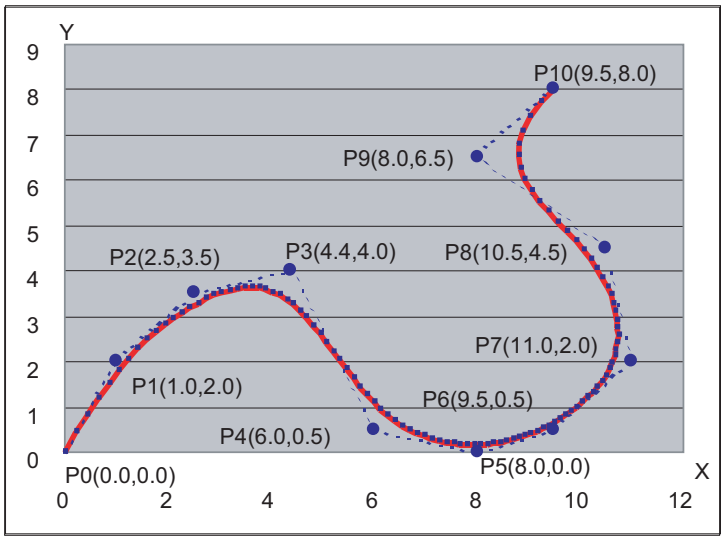
(Примечание)Если сразу после интерполяции NURBS задана команда, содержащая только узел, режим интерполяции NURBS снова активируется.
Задание одного лишь узла сразу после интерполяции NURBS имеет тот же эффект, что и нижеследующая команда.
G06.2 Pp Km Xxn Yyn Zzn R1.0

Пример программы

Ниже показан пример программы со степенью 4 (кубическая кривая) и 11 управляющими точками.

Упр. точка	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10				
Узел	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0

```
:
:
G05 P10000;                                  Включение режима высокоскоростного высокоточного
                                             управления II
G90 G01 X0. Y0. Z0. F300 ;
G06.2 P4 X0. Y0. R1. K0 ;          P0        Включение интерполяции NURBS
X1.0   Y2.0  R1.  K0 ;             P1
X2.5   Y3.5  R1.  K0 ;             P2
X4.4   Y4.0  R1.  K0 ;             P3
X6.0   Y0.5  R1.  K1 ;             P4
X8.0   Y0.0  R1.  K2 ;             P5
X9.5   Y0.5  R1.  K3 ;             P6
X11.0  Y2.0  R1.  K4 ;             P7
X10.5  Y4.5  R1.  K5 ;             P8
X8.0   Y6.5 R1.  K6 ;              P9
X9.5   Y8.0 R1.  K7 ;              P10
K8;
K8;
K8;
K8;                                          Выключение интерполяции NURBS
G05 P0;                                      Выключение режима высокоскоростного высокоточного
                                             управления II
:
:
```



Линия, проходящая через управляющие точки

Включена интерполяция NURBS

Связь с другими функциями

G-код / подача / вспомогательные функции

Во время интерполяции NURBS нельзя задавать никакие G-коды, скорость подачи и код MSTB. Однако если в одном и том же кадре с G06.2 задается G-код стандартного цикла, G-код стандартного цикла игнорируется.
Если задана иная команда кроме адреса оси, указанного в 1-м кадре интерполяции NURBS, а также R и K, возникает ошибка программы.

Формат данных

(1) Пропуск опционального кадра "/"
Во втором и последующих кадрах интерполяции NURBS невозможен.
(2) Открывающая "(" и закрывающая ")" скобки
Во втором и последующих кадрах интерполяции NURBS невозможны.
(3) Локальные и общие переменные
Ссылки на переменные возможны, однако во время интерполяции NURBS переменные нельзя устанавливать. Установка переменных вызывает ошибку программы (P29).
(4) Системные переменные во время интерполяции NURBS нельзя не только устанавливать − на них нельзя и ссылаться; в противном случае возникает ошибка программы (P29).

Прерывание/перезапуск

Действие прерывания/перезапуска программы пояснено ниже.

Тип	Во время интерполяции NURBS
Покадровый режим	действительно (примечание 1)
Блокировка подачи	Действительно
Сброс	действительно (примечание 2)
Останов программы	Недействительно
Опциональный останов	Недействительно
Ручное прерывание	недействительно (примечание 3)
Прерывание MDI	Недействительно
Повторный поиск	Недействительно
Макропрерывание	недействительно (примечание 4)
Прерывание контроллера	недействительно (примечание 5)

(Примечания 1)Покадровый останов происходит только в последней управляющей точке. Во время интерполяции NURBS покадровый останов не может быть применен.
(Примечания 2)Режим интерполяции NURBS отменяется в результате сброса ("сброс 1" / "сброс 2" / "сброс и обратная перемотка").
(Примечания 3)Работа различается в зависимости от состояния сигнала "Ручное абсолютное задание".
- Если сигнал "Ручное абсолютное задание" выключен
Интерполяция NURBS выполняется в состоянии, при котором система координат осей смещена на величину ручного абсолютного перемещения.
- Если сигнал "Ручное абсолютное задание" включен
При запуске автоматики после ручного прерывания и после перемещения на остаточное расстояние возникает ошибка программы (P554).
Если после ручного прерывания вернуть ось в прежнюю позицию, работа может беспрепятственно продолжаться.
(Примечания 4)Сигнал "макропрерывания" (UIT) игнорируется.
(Примечания 5)Сигнал "Прерывание контроллера" (PIT) игнорируется.

Графическая проверка

Интерполяция NURBS не может применяться во время графической проверки (непрерывной или пошаговой).
Во время графической проверки применяется линейная интерполяция, соединяющая контрольные точки.

Указания

(1) Целевыми осями интерполяции NURBS являются 3 базовые оси.

(2) Задавайте управляющую точку для всех осей, для которых интерполяция NURBS выполняется в 1-м кадре (кадре с кодом G06.2). Если во втором или последующих кадрах задается ось, которая не была задана в 1-м кадре, возникает ошибка программы (P32).

(3) Первая управляющая точка (координаты в кадре с кодом G06.2) задается как начальная точка кривой NURBS. Поэтому заданная начальная точка кривой NURBS должна совпадать с конечной точкой предыдущего кадра. Если точки не совпадают, возникает ошибка программы.

(4) Диапазон веса: от 0.0001 до 99.9999. Даже если десятичная точка пропущена, значение интерпретируется как значение с десятичной точкой. Если в команде указано "1", результат эквивалентен указанию "1.0". Если после десятичной точки в команде заданы более 5 разрядов, возникает ошибка программы (P33).

(5) Команда узла не может быть опущена. Она должна быть задана в каждом кадре. Если она опущена, возникает ошибка программы (P33).

(6) Узел, как и вес, может содержать до 4 разрядов после десятичной точки. Даже если десятичная точка пропущена, значение интерпретируется как значение с десятичной точкой.
Если в команде указано "1", результат эквивалентен указанию "1.0". Если после десятичной точки в команде заданы более 5 разрядов, возникает ошибка программы (P33).

(7) Значение узла должно быть либо таким же, как в предыдущем кадре, либо большим. Если задано меньшее значение, чем в предыдущем кадре, возникает ошибка программы (P551).

(8) Интерполяция NURBS не может применяться во время графической проверки (непрерывной или пошаговой).
Во время графической проверки применяется линейная интерполяция, соединяющая контрольные точки.

(9) Режим интерполяции NURBS отменяется в результате сброса ("сброс 1" / "сброс 2" / "сброс и обратная перемотка").

(10) Интерполяцию NURBS можно задать только в следующих режимах. Если интерполяция NURBS задана в иных режимах кроме нижеперечисленных, возникает ошибка программы (P29).

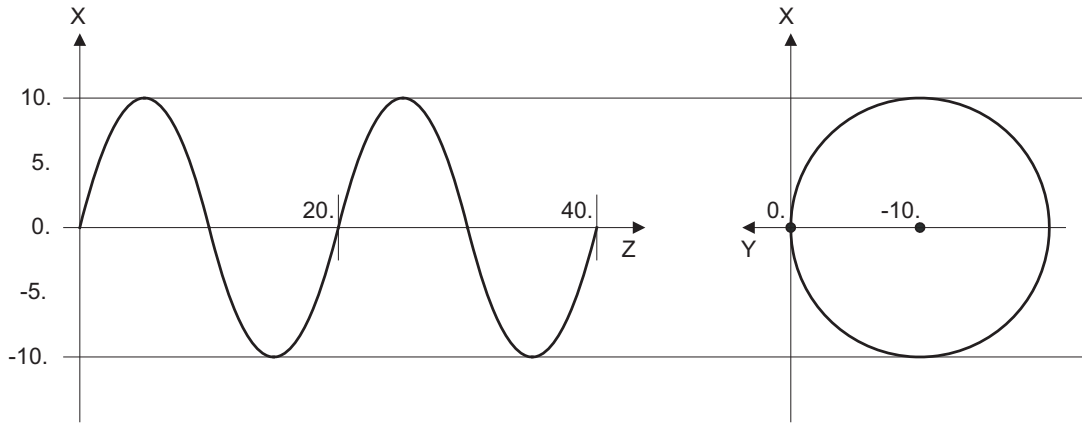
Тип	Режимы, в которых задание интерполяции NURBS возможно
Группа G 5	Асинхронная подача (G94)
Группа G 7	Отмена компенсации радиуса инструмента (G40)
Группа G 8	Компенсация длины инструмента +/- (G43/G44) Отмена компенсации длины инструмента (G49)
Группа G 9	Отмена стандартного цикла (G80)
Группа G 11	Отмена масштабирования (G50)
Группа G 13	Включение высокоточного управление (G61.1) Режим резания (G64)
Группа G 14	Отмена модального вызова пользовательского макроса (G67)
Группа G 15	Отмена управления нормалью (G40.1)
Группа G 16	Выключение режима программируемого поворота координат / Выключение режима трехмерного преобразования координат (G69)
Группа G 17	Выключение управления постоянной скоростью резания (G97)
Группа G 18	Выключение команды полярных координат (G15)
Группа G 19	Отмена зеркального отображения с помощью G-команды (G50.1)
Группа G 21	Отмена интерполяции полярных координат (G13.1)
-	Не во время поворота координат с помощью параметра
-	Не во время зеркального отображения путем настройки параметров
-	Не во время зеркального отображения по внешнему вводу

6.16 Интерполяция гипотетической оси ; G07

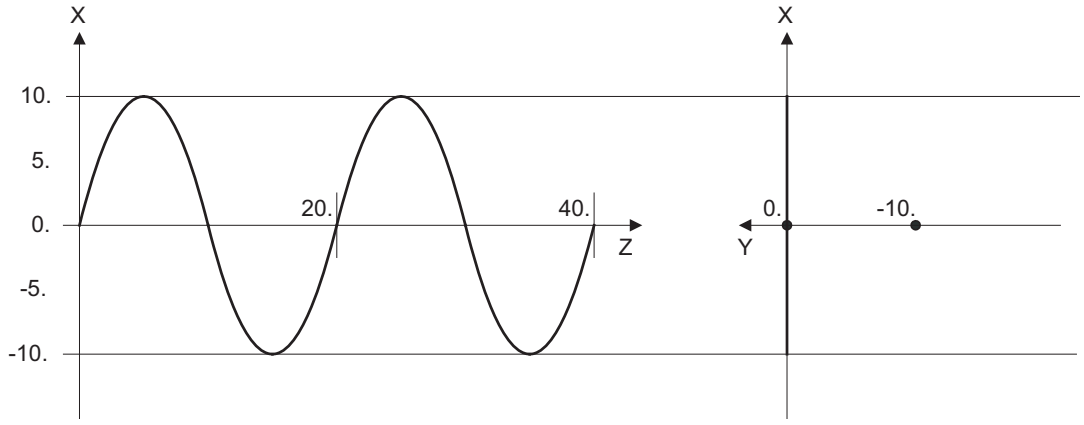
Принцип действия и назначение

Одна из осей винтовой или спиральной интерполяции (включая линейную ось) принимается за гипотетическую ось (ось без реального движения) и выполняется импульсное распределение. Эта процедура позволяет получить интерполяцию, эквивалентную боковой проекции винтовой или спиральной интерполяции (глядя со стороны гипотетической оси), или синусно-косинусную интерполяцию.

Обычная винтовая интерполяция



Винтовая интерполяция в режиме интерполяции гипотетической оси



Чтобы выполнить синусную интерполяцию в плоскости Z-X, выполните винтовую интерполяцию (плоскость Y-X: G17 G02), указав ось Y в качестве гипотетической оси. Гипотетическая ось не совершает никаких реальных движений.

Формат команды

G07 α0 ; ... Включение режима интерполяции гипотетической оси

G07 α1 ; ... Отмена режима интерполяции гипотетической оси

α	Название оси, для которой выполняется интерполяция гипотетической оси.

Подробное описание

(1) На участке программы от команды "G07 α0 ;" до команды "G07 α1 ;", ось α является гипотетической осью.

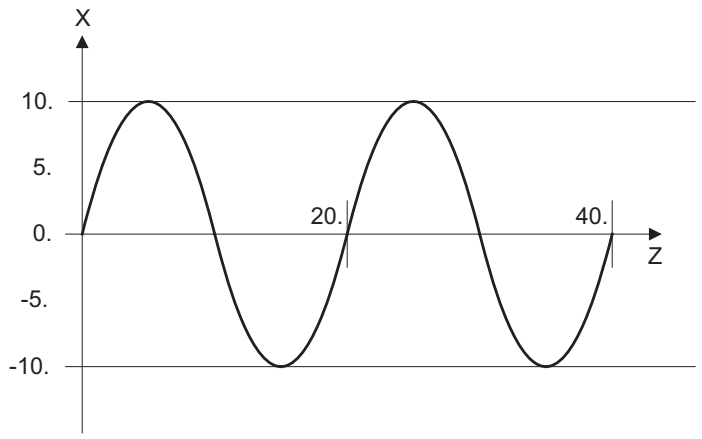
(2) В качестве гипотетической оси можно указать любую ось из осей ЧПУ.

(3) В качестве гипотетической оси можно указать несколько осей.

(4) Если указан иной номер кроме "0" (включение режима интерполяции гипотетической оси) или "1" (отмена), это интерпретируется как "1" (отмена). Однако если указано только название оси, без номера, это интерпретируется как номер "0" (включение режима).

Пример программы

N01 G07 Y0 ;	Ось Y обрабатывается как гипотетическая ось.
N02 G17 G02 X0. Y0. Z40. I0. J-10. P2 F50;	В плоскости X-Z выполняется синусная интерполяция.
N03 G07 Y1 ;	Ось Y снова становится реальной осью.



Указания

(1) Для функции интерполяции гипотетической оси используются функции винтовой и спиральной интерполяции.

(2) Прежде чем задавать режим высокоскоростного высокоточного управления II (G05P10000), отмените интерполяцию гипотетической оси.

(3) Интерполяция гипотетической оси действует только в автоматическом режиме. В ручном режиме она не действует. Прерывание с помощью рукоятки действует даже в отношении гипотетической оси, т. е. ось перемещается на величину, заданную при прерывании.

(4) Команда движения для гипотетической оси игнорируется. Скорость подачи действует аналогично тому, как она действует для реальной оси.

(5) Защитные функции (блокировка, запретные зоны и т. п.) действуют и в отношении гипотетической оси.

(6) Даже если гипотетическая ось еще раз указана в качестве гипотетической оси, ошибка не возникает и гипотетический режим продолжает действовать.

(7) Если команда отмены гипотетической оси задана для реальной оси, ошибка не возникает и ось остается реальной осью.

(8) Гипотетическая ось отменяется в результате выполнения "Сброса 2" или "Сброса и обратной перемотки".

7

Функции подачи

7.1 Скорость быстрого хода

Принцип действия и назначение

Скорость быстрого хода можно настроить в параметрах независимо для каждой оси. Возможны диапазоны скорости от 1 мм/мин до 10000000 мм/мин. В отношении верхнего предела могут иметься ограничения, накладываемые спецификациями станка.
Обратитесь к техническим характеристикам станка для получения информации по возможным величинам быстрого хода.
Скорость подачи действует в отношении команд G00, G27, G28, G29, G30 и G60.
Для позиционирования имеются две траектории: траектория интерполяционного типа, при которой область от начальной до конечной точки линейно интерполирована, и траектория безинтерполяционного типа, при которой движение происходит на максимальной скорости каждой оси. Тип выбирается параметром "#1086 G0Intp". Время позиционирования остается неизменным для любого типа.
Если установлена скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления, то на этой скорости ось перемещается во время высокоточного управления, высокоскоростного высокоточного управления I/II, высокоточного сплайнового управления или управления SSS.
- Если в качестве скорости быстрого хода в режиме высокоточного управления установлен 0, ось перемещается на скорости быстрого хода.
- Скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления можно настроить независимо для каждой оси.
- Скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления действует в отношении команд G00, G27, G28, G29, G30 и G60.
- К скорости быстрого хода в режиме высокоточного управления можно применить подмену на основе внешнего сигнала.

7.2 Скорость подачи резания

Принцип действия и назначение

Скорость подачи резания присваивается с помощью адреса F и 8-разрядного числа (непосредственное восьмиразрядное указание F).
Это десятичное число, с 5 разрядами для целой части и 3 разрядами мантиссы. Скорость подачи резания действует в отношении команд G01, G02, G03, G02.1 и G03.1.
Если установлена фиксированная скорость резания в режиме высокоточного управления, то скорость подачи резания фиксируется на этой скорости во время высокоточного управления, высокоскоростного высокоточного управления, высокоточного сплайнового управления или управления SSS.
- Если в качестве "фиксированной скорости резания для режима высокоточного управления" установлен 0, ось фиксируется на "фиксированной скорости подачи резания".
- Скорость подачи резания фиксируется на "фиксированной скорости резания для режима высокоточного управления", указанной в параметре.

Примеры (асинхронная подача)

Скорость подачи		
G1 X100. Y100. F200 ;	200.0 мм/мин	Команды F200 или F200.000 задают одну и ту же скорость.
G1 X100. Y100. F123.4 ;	123.4 мм/мин	
G1 X100. Y100. F56.789 ;	56.789 мм/мин	

Диапазон скорости, которую можно задать в команде (если единица настройки равна 1 мкм)

Режим	Диапазон команды скорости подачи	Примечания
мм/мин	от 0.001 до 10000000 мм/мин	
дюйм/мин	от 0.0001 до 1000000 дюйм/мин	
°/мин	от 0.001 до 10000000 °/мин	

(Примечания 1)Если при первой команде резания (G01, G02, G03) после включения отсутствует F-команда, возникает ошибка программы (P62).

7.3 1-разрядная предуставка скорости подачи F

Принцип действия и назначение

Если настроены параметры 1-разрядных предуставок для F-команды скорости подачи, то команда скорости подачи определяется одной цифрой, следующей за адресом F.
Если задано F0, то задается скорость быстрого хода, такая же как при задании G00. (Модальная G-команда не изменяется, но метод ускорения/замедления соответствует настройке быстрого хода.)
При задании команд скорости подачи F1...F5 действуют соответствующие настройки параметров.
Команда F6 и выше интерпретируется как обычная скорость подачи резания.
F1–фиксированная подача используется только с функциями G01, G02, G03, G02.1 или G03.1.
F1–фиксированная подача может также использоваться в стандартных циклах.

Подробное описание

Функция подмены скорости подачи, установленной на основе 1-разрядной предуставки для F-команды, выполняется с помощью первого ручного маховичка. (Изменить скорость подачи с помощью 2-го или 3-го маховичка невозможно.)
Величина, на которую можно увеличить или уменьшить скорость подачи, определяется по следующей формуле.

$$\pm\triangle F = \frac{FM}{K} \times (\pm P)$$

"+" означает увеличение, а "−" уменьшение.

K : рабочая 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".
P : количество импульсов ручного маховичка

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". Если скорость подачи равна 0, активируется рабочая сигнализация (104).

Порядок выполнения

(1) Активируйте использование 1-разрядных предуставок для F-команд. (Установить для базового параметра CNC "#1079 F1 digt" значение “1”.)
(2) Установите FM и K.
Диапазон настройки
K равен от 1 до 32767 (параметр базовой спецификации "#1507 F1_K") Диапазон
FM равен от 0 до Fmax (мм/мин) (параметр базовой спецификации "#1506 F1_FM")
(3) Задать F1 - F5. (базовые параметры CNC "1185 spd_F1" - "#1189 spd_F5")

Особые указания

(1) Использование обеих команд (1-разрядной предуставки и обычной F-команды скорости подачи резания) возможно, если 1-разрядные предуставки для F-команд задействованы.
(пример 1) F0: скорость быстрого хода
F1...F5: одноразрядная предуставка
F6 или выше: обычная команда скорости подачи резания

(2) F1 - F5 не работают в режиме G00, вместо этого устанавливается скорость быстрого хода.

(3) Если F0 используется в режиме G02 или G03, возникает ошибка программы (P121).

(4) Если одноразрядные предуставки указаны в виде от "F1." до "F5." (т. е. с десятичной точкой), то они интерпретируются не как 1-разрядные предуставки F-команд, а как непосредственные команды скоростей подачи от 1 мм/мин до 5 мм/мин (соответственно).

(5) Если единицей команд являются миллиметры или градусы, то скорости подачи, настроенные в параметрах для F1...F5, непосредственно применяются как команды скорости в мм/мин или °/мин.

(6) Если единицей команд являются дюймы, то в качестве командной скорости в "дюймах/мин" применяется одна десятая от настройки, сделанной в параметре для F1...F5.

(7) При работе с маховичком, воспринимается 1 импульс на единицу шкалы вне зависимости от коэффициента масштабирования.

(8) При выполнении F1–фиксированной подачи номер фиксированной подачи и сам режим F1–фиксированной подачи сопровождаются сигналами в PLC.

(9) Даже если 1-разрядная предуставка F-команды задана во время подачи на оборот (G95), она выполняется как обычная F-команда (непосредственная команда числового значения).

G-команды и 1-разрядные предуставки F-команд

(1) 01 групповая G команда в том же кадре, что и F1 –цифровые команды

	Выполняемая скорость подачи	Модальная индикация	Модальная G-команда
G0F0 F0G0	Скорость быстрого хода	0	G0
G0F1 F1G0	Скорость быстрого хода	1	G0
G1F0 F0G1	Скорость быстрого хода	0	G1
G1F1 F1G1	Содержимое F1	1	G1

(2) 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.

Пример настройки арифметической константы K

Если единица шкалы маховичка равна ±10 мм/мин.
FM установлена на 15000 мм/мин:

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

В этом случае константа K равна 1500.
При повороте маховичка на одно деление устанавливается скорость подачи F (1...5) ±10 (мм/мин).

Условия для деблокировки изменения скорости с помощью маховичка

Если все нижеперечисленные условия выполнены, скорость можно изменять с помощью маховичка.

(1) Действует автоматический режим (работа программы, MDI).
(2) Выполнен запуск автоматики.
(3) Выполняется подача резания и подана 1-разрядная предуставка F-команды скорости подачи.
(4) Параметр "1-разрядная предуставка F-команды скорости подачи" включен.
(5) Выключатель "1-разрядная предуставка F-команды скорости подачи" включен.
(6) Нет блокировки станка.
(7) Не действует режим холостого прогона. .
(8) Верхний предел 1-разрядной предуставки F-команды скорости подачи (#1506) и константа изменения скорости подачи 1-разрядной предуставки F-команды (#1507) не равны нулю.

Преобразование изменения скорости подачи 1-разрядной предуставки F-команды при использовании маховичка

После того, как скорость подачи 1-разрядной предуставки F-команды была изменена с помощью ручного маховичка, измененная скорость подачи действует до тех пор, пока не будет изменен параметр или выключено питание. Измененную скорость подачи можно проверить только во время работы. Учитывайте, что если параметр "#1246 set18/bit16" (переключение метода изменения скорости подачи 1-разрядной предуставки F-команды) установлен на "1", то даже после выключения питания работа продолжается на измененной скорости подачи путем изменения на скорость подачи после изменения параметра скорости подачи 1-разрядной предуставки F-команды. В этом случае, если экран не переключен, измененные значения параметров на экране не отражаются.

Указания

(1) Если во время действующей 1-разрядной предуставки F-команды включен сигнал деблокировки изменения скорости подачи 1-разрядной предуставки и изменение скорости подачи с помощью ручного маховичка деблокировано, и при этом выполняются нижеследующие условия, скорость подачи фиксируется на верхней предельной скорости подачи 1-разрядной предуставки F-команды. Скорость подачи 1-разрядной предуставки F-команды > верхний предел скорости подачи 1-разрядной предуставки F-команды
(2) Если во время управления маховичком во время действия 1-разрядной предуставки F-команды скорость подачи 1-разрядной предуставки равна 0, возникает сигнализация "0104 нулевая скорость подачи 1-разрядной предуставки F-команды". Эту сигнализацию можно сбросить, установив скорость подачи 1-разрядной предуставки F-команды при управлении маховичком на большее значение, чем 0.
(3) Если константа K равна 0, скорость не изменяется.
(4) F1 - F5 не работают в режиме G00, вместо этого устанавливается скорость быстрого хода.
(5) Если команда F0 используется в режиме G02, G03, G02.1 или G03.1, возникает ошибка программы (P121 "Команда F0 во время модальной команды дуги"). Эта ошибка сбрасывается путем перезаписи команды F0.
(6) Если заданы команды от "F1." до "F5." (т. е. с десятичной точкой), то вместо 1-разрядных предуставок F-команд, настроенных в параметрах, эти команды интерпретируются как обычные непосредственные команды со скоростями подачи от 1 мм/мин до 5 мм/мин (соответственно).
(7) Если единицей команд являются дюймы, то скорость подачи в "дюймах/мин" соответствует одной десятой от настроек для F1...F5.

(8) Если единицей команд являются миллиметры или градусы, то командная скорость подачи в мм/мин или °/мм напрямую соответствует настройкам для F1...F5 без какого-либо коэффициента.
(9) Даже если 1-разрядная предуставка F-команды задана во время подачи на оборот (G95), она выполняется как обычная F-команда (непосредственная команда числового значения).
(10) Если одновременно имеются 1-разрядная предуставка F-команды скорости подачи и команда подачи в функции, обратной времени, то приоритет имеет команда подачи в функции, обратной времени.
(11) Если одновременно имеются изменение скорости 1-разрядной предуставки F-команды и ручная команда скорости, приоритет имеет ручная команда скорости.
(12) Во время действия команды синхронного нарезания резьбы метчиками изменение скорости с помощью маховичка не возможно.

7.4 Подача в минуту / подача на оборот (асинхронная/синхронная подача) ; G94,G95

Принцип действия и назначение

Подача в минуту (асинхронная подача)

Если задана команда G94, то начиная с этого кадра команды основываются непосредственно на числовом значении, следующем за F в качестве скорости подачи в минуту (мм/мин, дюйм/мин).

Подача на оборот (синхронная подача)

Если задана команда G95, то начиная с этого кадра команды основываются непосредственно на числовом значении, следующем за F в качестве подачи на оборот шпинделя (мм/об, дюйм/об). Если используется данная команда, шпиндель должен быть оборудован датчиком вращения.

Формат команды

G94; ... Минутная подача (мм/мин) (асинхронная подача)

G95; ... Подача на оборот (мм/об) (синхронная подача)

Подробное описание

Команды G94/G95 являются модальными командами.
Пример. После задания команды G95 она действует до тех пор, пока не будет задана команда G94 или G93 (подача в функции, обратной времени).

(1) Команда F-кода имеет следующий диапазон.

Метрический ввод

Единица настройки	**B (0.001 мм)**		**C (0.0001 мм)**	
Режим команды	Вид подачи	Оборотная подача	Вид подачи	Оборотная подача
Адрес команды	F(мм/мин)	F(мм/об)	F(мм/мин)	F(мм/об)
Минимальная единица команды	1 (=1.000) (1.=1.000)	1 (=0.001) (1.=1.000)	1 (=1.0000) (1.=1.0000)	1 (=0.0001) (1.=1.0000)
Диапаз. задания значений	0.001 - 1000000.000	0.001 - 999.999	0.0001 - 1000000.0000	0.0001 - 999.9999

Дискретность	**D(0.00001 мм)**		**E(0.000001 мм)**	
Режим команды	Вид подачи	Оборотная подача	Вид подачи	Оборотная подача
Адрес команды	F(мм/мин)	F(мм/об)	F(мм/мин)	F(мм/об)
Минимальная единица команды	1 (=1.00000) (1.=1.00000)	1 (=0.00001) (1.=1.00000)	1 (=1.000000) (1.=1.000000)	1 (=0.000001) (1.=1.000000)
Диапаз. задания значений	0.00001 - 1000000.00000	0.00001 - 999.99999	0.000001 - 1000000.000000	0.000001 - 999.999999

Ввод в дюймах

Дискретность	B(0.0001 дюйма)		C(0.00001 дюйма)	
Режим команды	Вид подачи	Оборотная подача	Вид подачи	Оборотная подача
Адрес команды	F(дюйм/мин)	F(дюйм/об)	F(дюйм/мин)	F(дюйм/об)
Минимальная единица команды	1 (=1.0000) (1.=1.0000)	1 (=0.0001) (1.=1.0000)	1 (=1.00000) (1.=1.00000)	1 (=0.00001) (1.=1.00000)
Диапаз. задания значений	0.0001 - 100000.0000	0.0001 - 999.9999	0.00001 - 100000.00000	0.00001 - 999.99999

Дискретность	D(0.000001 дюйма)		E(0.0000001 дюйма)	
Режим команды	Вид подачи	Оборотная подача	Вид подачи	Оборотная подача
Адрес команды	F(дюйм/мин)	F(дюйм/об)	F(дюйм/мин)	F(дюйм/об)
Минимальная единица команды	1 (=1.000000) (1.=1.000000)	1 (=0.000001) (1.=1.000000)	1 (=1.0000000) (1.=1.0000000)	1 (=0.0000001) (1.=1.0000000)
Диапаз. задания значений	0.000001 - 100000.000000	0.000001 - 999.999999	0.0000001 - 100000.0000000	0.0000001 - 999.9999999

(2) Эффективная скорость (фактическая скорость движения станка) в условиях "подачи на оборот" рассчитывается по следующей формуле (формула 1).
FC = F × N × OVR ..... (Формула 1)
FC : эффективная скорость (мм/мин, дюйм/мин)
F : командная скорость подачи (мм/об, дюйм/об)
N : скорость вращения шпинделя (об/мин)
OVR: подмена подачи резания
Если в одно и то же время задана команда для нескольких осей, эффективная скорость FC в формуле 1 применима в направлении вектора команды.

Указания

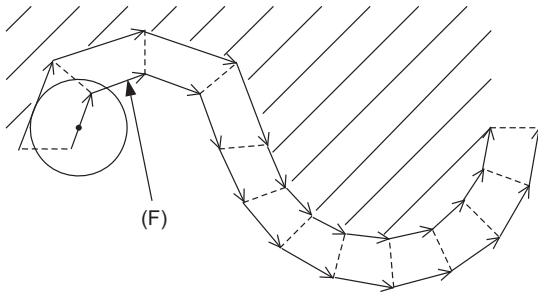
(1) Эффективная скорость (мм/мин или дюйм/мин), получаемая путем конвертирования заданной в команде скорости, а также скорость вращения шпинделя и подмена подачи резания в виде скорости в минуту отображаются в виде FC на мониторе на 1-й экранной странице блока настройки и индикации.
(2) Если указанная выше реальная скорость превышает предельно допустимую величину рабочей подачи, она не поднимается выше этого предела.
(3) Если скорость вращения шпинделя равна нулю, в то время как выполняется подача на оборот, возникает рабочая сигнализация "105".
(4) В условиях холостого прогона применяется подача в минуту. Движение происходит на скорости ручной подачи (мм/мин или дюйм/мин).
(5) Стандартные циклы G84 (цикл нарезания резьбы метчиком) и G74 (цикл обратного нарезания резьбы метчиком) выполняются в соответствии с уже указанным режимом подачи.
(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 Подача в функции, обратной времени ; G93

Принцип действия и назначение

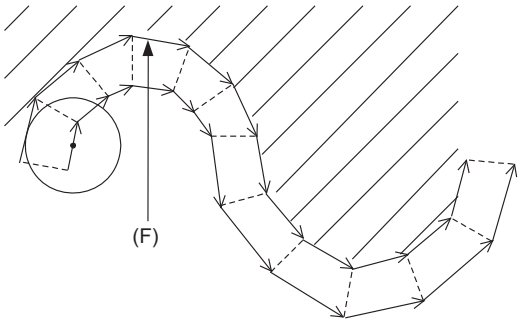
Во время внутренней резки при обработке криволинейных форм с действующей компенсацией радиуса скорость на обрабатываемой поверхности становится быстрее, чем скорость подачи центра инструмента. Это может порождать такие проблемы как снижение точности.
Снижение точности можно предотвратить, применяя подачу в функции, обратной времени. Эта функция может вместо обычных команд подачи задавать в F-командах один кадр времени обработки (в функции, обратной времени). Даже если компенсация радиуса применена к программе обработки, выражающей произвольную криволинейную поверхность в виде мелких прямолинейных сегментов, скорость обработки на поверхности постоянно регулируется.
Учитывайте, что, если рассчитанное время обработки превышает фиксированную скорость подачи резания, значение F-команды при подаче в функции, обратной времени, соответствует фиксированной скорости подачи резания.

Обычная F-команда



Задается скорость центра инструмента, поэтому фактическая скорость на поверхности может быть больше или меньше.

Подача в функции, обратной времени



Задается фактическая скорость на поверхности, поэтому скорость обработки будет постоянной, как если бы она была задана вне зависимости от радиуса инструмента.

(F) F-команда

Формат команды

G93 ; ... Подача в функции, обратной времени

Подача в функции, обратной времени (G93), является модальной командой. После задания она продолжает действовать до тех пор, пока не будет задана команда подачи в минуту или подачи на оборот.

G00 X1 Yy1 ;	
G93 ;	-> Включение режима подачи в функции, обратной времени
G01 Xx2 Yy2 Ff2;	-> Действует режим подачи в функции, обратной времени
G02 Xx3 Yy3 Ii3 Jj3 Ff3;	:
G94(G95);	-> Выключение режима подачи в функции, обратной времени

Так как время обработки задается для линейного сегмента, задавайте команду скорости подачи "F" в каждом кадре движения.

Подробное описание

(1) Подача в функции, обратной времени (G93), является модальной командой. После задания она действует до тех пор, пока не будет задана команда подачи в минуту (G94) или подачи на оборот (G95) или пока не будет выполнен сброс (M02, M30 и т. п.).

(2) Способы задания значений F при подаче в функции, обратной времени

		Метрическая команда (G21)	Дюймовая команда (G20)
Во время линейного режима (G01)		Скорость подачи в точке резания (мм/мин) / Длина линейного сегмента (мм)	Скорость подачи в точке резания (дюйм/мин) / Длина линейного сегмента (дюйм)
Во время режима дуги (G02, G03) (G02.1, G03.1)		Скорость подачи в точке резания (мм/мин) / Радиус дуги в начальной точке (мм)	Скорость подачи в точке резания (дюйм/мин) / Радиус дуги в начальной точке (дюйм)
Диапаз. задания значений	B	от 0.001 до 999999.999 (1/мин)	
	C	от 0.0001 до 999999.9999 (1/мин)	
	D	от 0.00001 до 999999.99999 (1/мин)	
	E	от 0.000001 до 999999.999999 (1/мин)	

(3) Начальным модальным состоянием после перезапуска является G94 (подача в минуту) или G95 (подача на оборот).

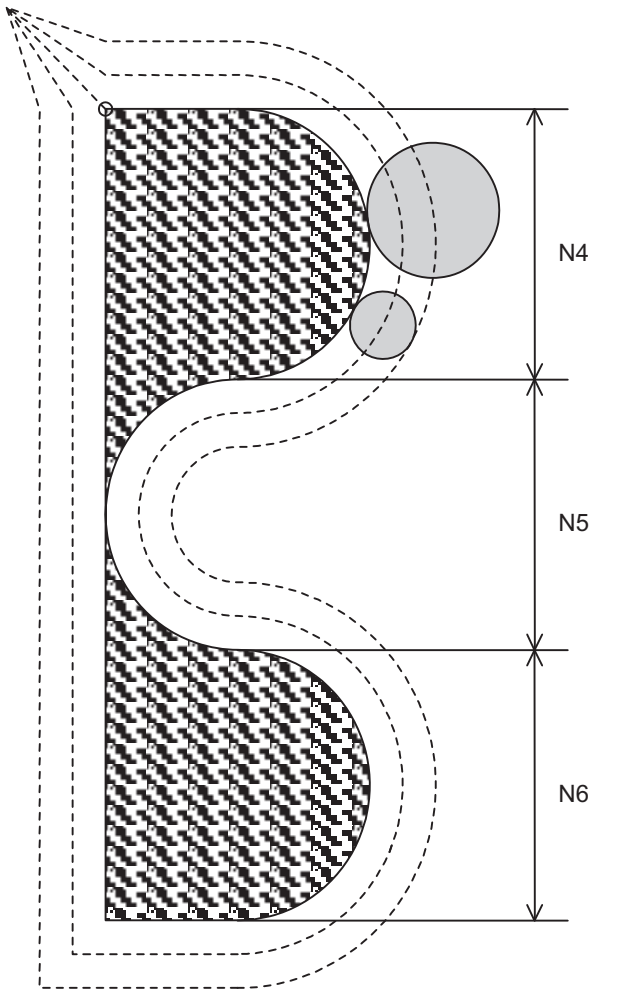
(4) Скорость подачи кадра, вставленного в компенсацию радиуса инструмента и операцию снятия фаски / скругление угла детали, является той же скоростью, что и скорость подачи кадра непосредственно перед ней.

(5) Скорость подачи кадра, вставленного в управление нормалью оси C (управление нормалью, тип II), является той же скоростью, что и скорость подачи кадра движения после поворота.

Пример программы

Если подача в функции, обратной времени, используется во время компенсации радиуса инструмента

Вид подачи
N01 G90 G00 X80. Y-80.;
N02 G01 G41 X80 Y-80. D11 F500 ;
N03 X180. ;
N04 G02 Y-280. R100. ;
N05 G03 Y-480. R100. ;
N06 G02 Y-680. R100. ;
N07 G01 X80. F500 ;
N08 Y-80. ;
N09 G04 X80. Y-80.;
N10 M02 ;
Подача в функции, обратной времени
N01 G90 G00 X80. Y-80.;
N02 G01 G41 X80 Y-80. D11 F500 ;
N03 X180. ;
N04 G93 G02 Y-280. R100. F5 ;
N05 G03 Y-480. R100. F5 ;
N06 G02 Y-680. R100. F5 ;
N07 G94 G01 X80. F500 ;
N08 Y-80. ;
N09 G04 X80. Y-80.;
N10 M02 ;



Сравнение между "подачей в минуту" и "подачей в функции, обратной времени" (в предположении, что радиус инструмента равен 10. [мм]) (Кадр: мм/мин)

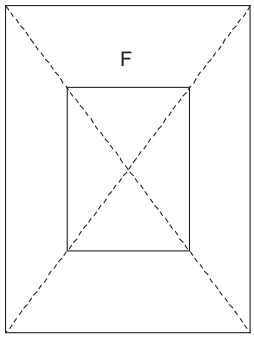
№ряда	Вид подачи		Подача в функции, обратной времени	
	Скорость подачи центра инструмента	Скорость подачи в точке резания	Скорость подачи центра инструмента	Скорость подачи в точке резания
N04	F500	F450	F550	F500
N05	F500	F550	F450	F500
N06	F500	F450	F550	F500
		Дефект на стыке кадров, обусловленный изменением скорости резания на стыке кадров.		Скорость подачи соответствует команде вне зависимости от радиуса инструмента.

Связь с другими функциями

(1) Масштабирование (G51)
Если используется функция масштабирования, задавайте F-команду для формы после масштабирования. Например, если выполняется удвоение масштаба, расстояние обработки увеличивается в два раза.
Поэтому если резка происходит на той же скорости, что и перед масштабированием, значение команды (F') рассчитывается путем деления значения F на коэффициент масштабирования.

$$F' = \frac{F}{2}$$

F = скорость подачи (мм/мин) / расстояние (мм)



Форма после масштабирования
(двойной масштаб)

(2) Режим высокоскоростной обработки II (G05P2)
При действии модальной команды подачи в функции, обратной времени (G93), режим высокоскоростной обработки II (G05P2) работает в режиме подачи в функции, обратной времени, (вместо режима высокоскоростной обработки). Режим высокоскоростной обработки начинает действовать при отмене режима подачи в функции, обратной времени.

(3) Если скорость, рассчитанная в режиме G93, превышает диапазон скорости "подачи в минуту", происходит фиксация скорости на основе настроек параметров.

(4) Если в режиме подачи в функции, обратной времени (G93), заданы нижеперечисленные команды, возникает ошибка программы (P125).

G код	Функция
G02.3, G03.3	Экспоненциальная интерполяция
G06.2	Интерполяция NURBS
G12	Резание по окружности по часовой стрелке
G13	Резание по окружности против часовой стрелки
G31...G31.3	Пропуск
G33	Нарезание резьбы
G34...G36, G37.1	Специальный стандартный цикл
G37	Автоматическое измерение длины инструмента
G73...G89	Стандартные циклы
G96	Постоянство скорости резания ВЫКЛ

(5) Если подача в функции, обратной времени (G93), задается в следующих режимах, возникает ошибка программы (P125).

G код	Функция
G02.3, G03.3	Экспоненциальная интерполяция
G33	Нарезание резьбы
G73...G89	Стандартные циклы
G96	Постоянство скорости резания ВЫКЛ

Указания

(1) Начальным модальным состоянием после перезапуска является G94 (подача в минуту) или G95 (подача на оборот).
(2) F-команда в модальном режиме G93 является немодальной. Задавайте команду F в каждом кадре. Если в кадрах нет F-команды, возникает ошибка программы (P62).
(3) Если задана F0, возникает ошибка программы (P62).
(4) При переходе из режимов G93...G94 или G95 необходима F-команда. Если F-команда отсутствует, возникает ошибка программы (P62).
(5) Функция подачи фиксируется на максимальной скорости резания. Следовательно, подача может быть медленнее, чем скорость, заданная в команде.
(6) Если указана чрезвычайно низкая скорость (например, F0.001), во время обработки возникает ошибка.

7.6 Указание скорости подачи и ее проявление на управляемых осях

Принцип действия и назначение

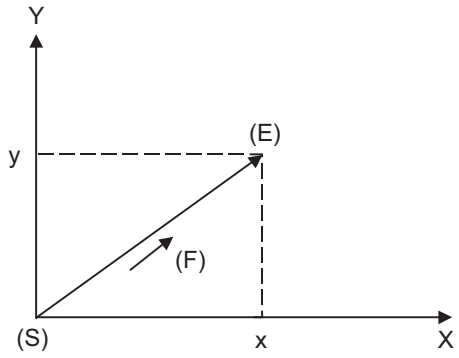
Уже было отмечено, что станок имеет несколько осей управления. Эти управляемые оси можно разделить на линейные оси, управляющие прямолинейным движением, и поворотные оси, управляющие вращательным движением. Назначение "скорости подачи" заключается в присвоении скорости перемещения этим осям. Влияние, оказываемое на скорость движения инструмента, испытывающего затруднения во время резания, различается в зависимости от того, через какого типа оси осуществляется управление − через линейные или поворотные. Величина перемещения задается отдельно для каждой оси. Скорость подачи не присваивается каждой оси по-отдельности − она представляет собой одну самостоятельную величину. Поэтому при управлении двумя и более осями, необходимо понять, что будет происходить с каждой из задействованных осей.
Присвоение скорости подачи описано с рассмотрением следующих связанных тем.

Подробное описание

При управлении линейными осями

Если требуется управлять лишь одной осью станка и если имеется две или более оси, которыми необходимо управлять одновременно, указанная F-кодом скорость подачи является линейной скоростью в направлении продвижения инструмента.

(Пример) Если скорость подачи обозначить "f" и требуется управлять линейными осями (X и Y):



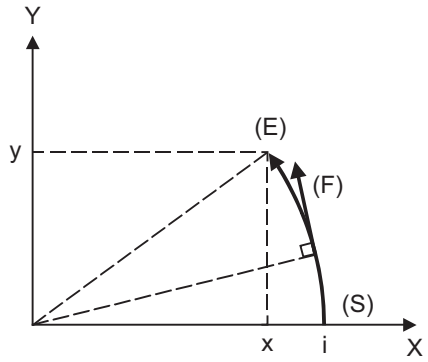
$$fx = f \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$fy = f \times \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

(S) начальная точка инструмента
(E) конечная точка инструмента
(F) скорость в этом направлении равна "f".
fx: скорость подачи для оси X
fy: скорость подачи для оси Y

Если в управлении участвуют только линейные оси, достаточно задать рабочую подачу в программе. Скорость подачи для каждой оси такова, что указанная скорость разбивается на компоненты, соответствующие величинам перемещений.

(Пример) Если скорость подачи обозначить "f", и требуется управлять линейными осями (X и Y) с помощью функции круговой интерполяции: В программе указывается скорость подачи в направлении продвижения инструмента, или, иными словами, в тангенциальном направлении.



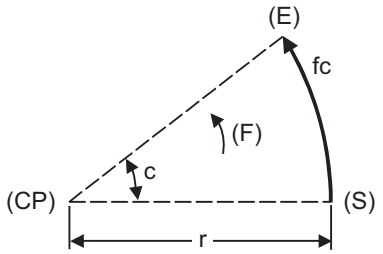
(S) начальная точка инструмента
(E) конечная точка инструмента
(F) скорость в этом направлении равна "f".

В этом случае скорость подачи по осям X и Y изменяется по мере движения инструмента. Тем не менее, общая (результирующая) скорость будет оставаться неизменной и равной "f".

При управлении поворотными осями

Если требуется управлять поворотными осями, указанная скорость подачи действует в качестве скорости вращения поворотных осей, т. е. в качестве угловой скорости.
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) Если скорость подачи обозначена буквой "f" и требуется управлять поворотной осью (C)
(единицы "f" = ° /мин)



(S) начальная точка инструмента
(E) конечная точка инструмента
(CP) центр вращения
(F) угловая скорость равна "f".

В этом случае, чтобы получить подачу резания (линейную подачу) в направлении продвижения инструмента "fc" :

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

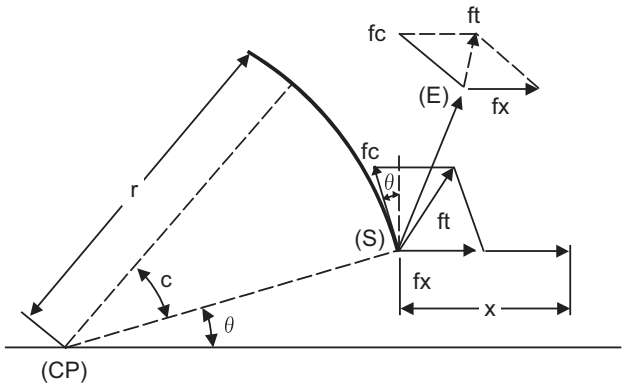
Таким образом, в программе должна быть указана следующая скорость подачи :

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

Если одновременно требуется управлять линейными и поворотными осями

Контроллер действует совершенно одинаково вне зависимости от того, какая ось управляется − линейная или поворотная. Если требуется управлять поворотной осью, то числовое значение, указанное в слове координаты (A, B, C), является углом, а все числовые значения, указанные в скорости подачи (F), интерпретируются как линейные скорости. Иными словами, 1° поворотной оси интерпретируется как эквивалент 1 мм линейной оси. Следовательно, если требуется одновременно управлять и линейными, и поворотными осями, в компонентах для каждой оси присвоенные F-командой числовые значения будут такими же, как это описано выше в пункте "При управлении линейными осями". Однако в этом случае, хотя величина и направление компонентов скорости, обусловленных управлением линейной осью, не изменяются, направление компонентов скорости, обусловленных управлением поворотной осью, изменяются по мере движения инструмента (величина этих векторов не изменяется). Это означает, что по мере движения инструмента скорость подачи в комбинированном направлении продвижения инструмента будет различной.

(Пример) Если скорость подачи обозначена буквой "f" и требуется одновременно управлять линейной (X) и поворотной (C) осью
В инкрементной команде для оси X задано значение "x", а в инкрементной команде для оси C задано значение "c":



(S) начальная точка инструмента
(E) конечная точка инструмента
(CP) центр вращения

Величина и направление для fx зафиксированы. Для fc величина зафиксирована, но направление может изменяться. Для ft различаются и величина, и направление.

Скорость подачи оси X (линейная скорость) "fx" и скорость подачи оси C (угловая скорость) "ω" вычисляются по следующим формулам:

$$fx = f \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + c^2}} \quad \text{..... (1)}$$

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

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

$$fc = \omega \times \frac{\pi \times r}{180} \quad \text{..... (3)}$$

Если скорость в направления продвижения инструмента в начальной точке (S) обозначить "ft", а компоненты скорости по осям X и Y обозначить соответственно "ftx" и "fty", то их можно выразить следующим образом:

$$ftx = -r\sin\left(\frac{\pi}{180}\theta\right) \times \frac{\pi}{180}\omega + fx \quad \text{..... (4)}$$

$$fty = -r\cos\left(\frac{\pi}{180}\theta\right) \times \frac{\pi}{180}\omega \quad \text{..... (5)}$$

r − расстояние от центра вращения до инструмента (в миллиметрах)
θ − угол между точкой (S) и осью X в центре вращения (в единицах °)

Результирующая скорость "ft" в соответствии с (1), (2), (3), (4) и (5):

$$ft = \sqrt{ftx^2 + fty^2}$$

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

Следовательно, скорость подачи "f", указанная программой, должна быть следующей:

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

"ft" в формуле (6) означает скорость в точке (S), а значение угла θ изменяется в результате вращения оси C. Таким образом, значение "ft" также изменяется. Следовательно, чтобы поддерживать подачу резания "ft" настолько постоянной, насколько это возможно, указанный в одном кадре угол вращения должен быть уменьшен насколько это возможно и величина изменения угла θ должна быть сведена к минимуму.

7.7 Ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе

Принцип действия и назначение

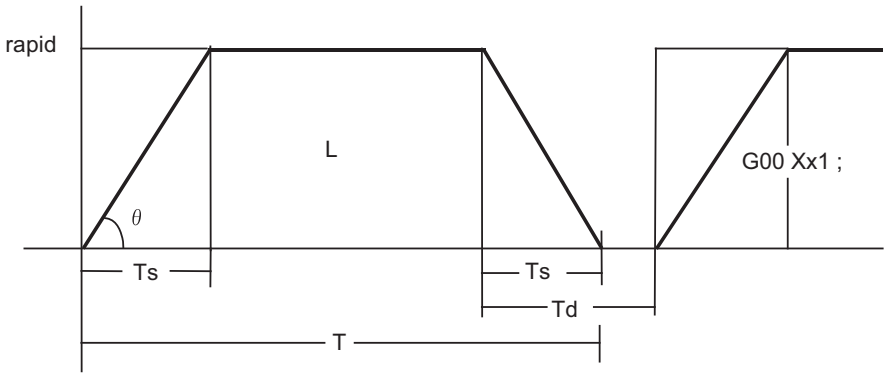
Во время линейного ускорения/замедления в режиме быстрого хода эта функция выполняет ускорение и замедление по характеристике постоянной крутизны. По сравнению с методом ускорения/замедления после интерполяции, метод ускорения/замедления постоянной крутизны улучшает время цикла.

Подробное описание

(1) Ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе действует только в отношении команды быстрого хода. Кроме того, эта функция действует только в случае, если режимом ускорения/замедления для команды быстрого хода является линейное ускорение и линейное замедление.

(2) Если действует функция ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе, образуются следующие характеристики ускорения/замедления.

[Если расстояние интерполяции больше расстояния ускорения и замедления]



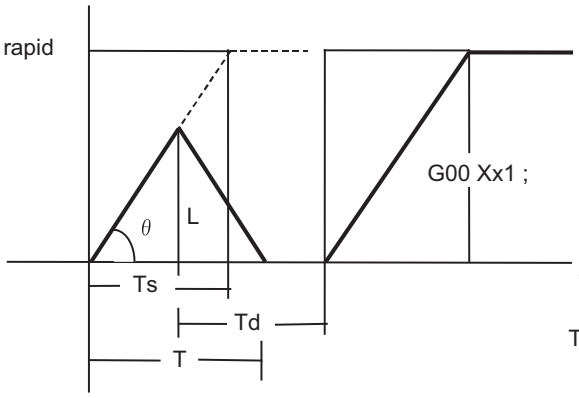
$$T = \frac{L}{rapid} + Ts$$

$$Td = Ts + (0 \sim 1.7ms)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{rapid}{Ts}\right)$$

rapid : скорость быстрого хода
Ts : постоянная времени ускорения/замедления
Td : контрольное время замедления команды
θ : крутизна ускорения/замедления
T : время интерполяции
L : расстояние интерполяции

[Если расстояние интерполяции меньше расстояния ускорения и замедления]



$$T = 2 \times \sqrt{Ts \times L/rapid}$$

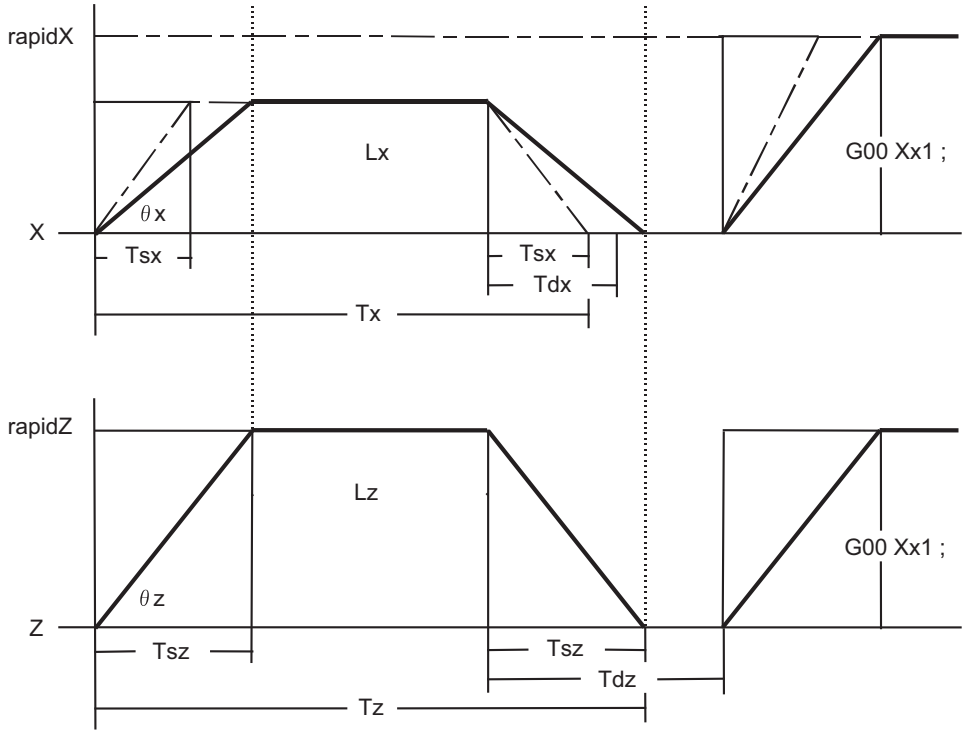
$$Td = \frac{T}{2} + (0 \sim 1.7ms)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{rapid}{Ts}\right)$$

rapid : скорость быстрого хода
Ts : постоянная времени ускорения/замедления
Td : контрольное время замедления команды
θ : крутизна ускорения/замедления
T : время интерполяции
L : расстояние интерполяции

(3) Если во время быстрого хода с постоянной крутизной ускорения и замедления выполняется одновременная интерполяция 2 осей (линейные интерполяции), то время ускорения (замедления) представляет собой большее значение из двух значений времени ускорения (замедления), установленных для каждой оси на основе скорости быстрого хода одновременно выполняемых команд (эти значения времени определяются, соответственно, постоянной времени ускорения и замедления для быстрого хода и расстоянием интерполяции). Следовательно, линейная интерполяция выполняется даже в случае, если оси имеют различные постоянные времени ускорения и замедления.

[Одновременная интерполяция 2-осей (если используется линейная интерполяция, Tsx < Tsz, Lx ≠ Lz)]



Если Tsz больше Tsx, то Tdz также больше Tdx, и в этом кадре Td = Tdz.

(4) При выполнении быстрого хода с функцией ускорения/замедления постоянной крутизны формат программы G0 (команда быстрого хода) такой же, как если бы эта функция была недействительной (ускорение/замедление на основе постоянной времени).

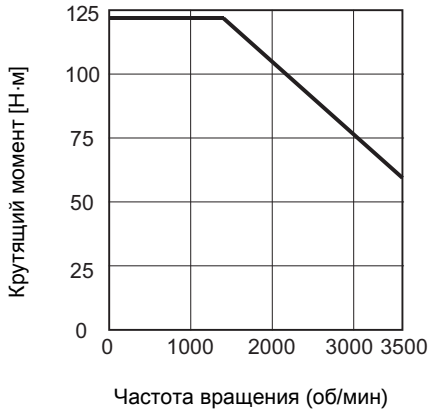
(5) Эта функция действует только в отношении команды G0 (быстрый ход).

7.8 Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе

Принцип действия и назначение

В автоматическом режиме быстрого хода эта функция выполняет ускорение/замедление в соответствии с характеристикой крутящего момента двигателя. (В ручном режиме эта функция не действует.) Метод многошагового ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе улучшает время цикла, так как возможности двигателя используются максимально и благодаря этому сокращается время позиционирования.

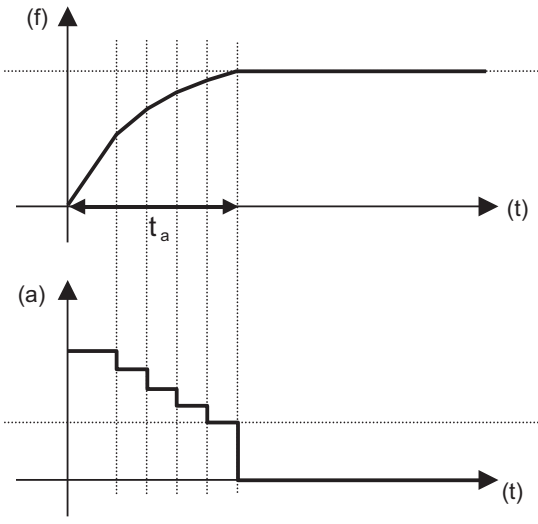
Обычно характеристика серводвигателя такова, что в области высокой частоты вращения крутящий момент снижается.



(Примечание)Эта характеристика соответствует напряжению питания 380 В пер. т..

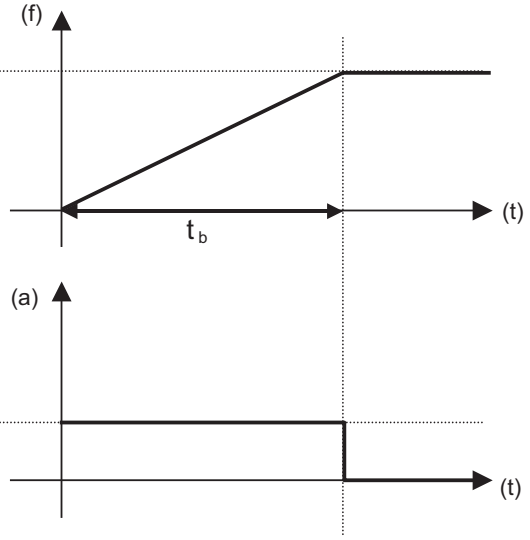
При методе ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе ускорение обрабатывается как константа, так как эта характеристика крутящего момента не учитывается. В используемом диапазоне скорости необходимо использовать минимальное ускорение. Поэтому край ускорения должен находиться в области низкой скорости. Или, если ускорение используется по максимуму, верхний предел скорости вращения должен быть понижен.
Затем, чтобы по максимуму использовать возможности серводвигателя, ускорение/замедление рассматриваемой характеристики крутящего момента выполняется по "методу многошагового ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе".
Если применяется "многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе", образуются следующие характеристики ускорения/замедления.

[Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе]



Число шагов автоматически настраивается на основе настройка параметра.

[Ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе]



Понадобилось понизить ускорение для высокой частоты вращения.

(f) скорость (t) время (a) ускорение

Подробное описание

Условия использования

(1) Эту функцию необходимо деблокировать, установив параметр "#1205 G0bdcc" на "2". Однако необходимо учитывать следующее.

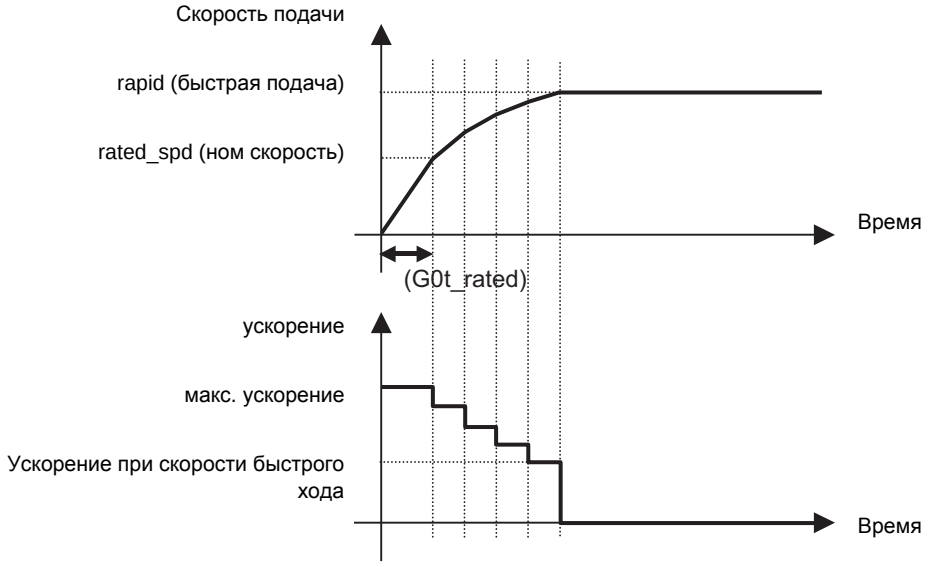
(a) Параметр "#1205 G0bdcc" может быть установлен на "2" только для 1-й частичной системы. Если "2" установлено для иной частичной системы кроме 1-й, возникает ошибка "Y51 parameter error 17".

(b) Если отсутствует спецификация для "ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе", параметр "#1205 G0bdcc" не может быть установлен на "2". В этом случае, даже если параметр установлен на "2", эта функция не действует. Применяется обычная постоянная времени ускорения/замедления (ускорение/замедление после интерполяции).

(h) Даже если параметр "#1205 G0bdcc" установлен на "2" при G00 безинтерполяционного типа ("#1086 G00Intp" = "1"), эта функция не действует. В этом случае применяется обычная постоянная времени ускорения/замедления (ускорение/замедление после интерполяции).

(2) Чтобы использовать эту функцию, необходимо для каждой оси настроить следующие параметры.

#2001 rapid	Быстрый ход [мм/мин]
#2151 rated_spd	Номинальная скорость [мм/мин]
#2153 G0t_rated	Время ускорения до номинальной скорости [мс]
#2152 acc_rate	Ускорение при быстром ходе относительно максимального ускорения [%]



Отношение ускорения к макс. ускорению = ускорение на скорости быстрого хода / макс. ускорение

(3) Если применимо какое-либо из двух следующих условий, эта функция не действует. Вместо этого применяется "ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе". Если для какой-либо оси не требуется "многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе", установите параметры "#2151 rated_spd", "#2152 acc_rate" и "#2153 G0t_rated" на "0".

(a) Если параметр "#2151 rated_spd" (номинальная скорость) равен "0" или превышает параметр "#2001 rapid" (быстрый ход)

(b) Если "#2152 acc_rate" (отношение ускорения к максимальному ускорению) равен "0" или "100"

(h) Даже если параметр "#1205 G0bdcc" установлен на "2" при G00 безинтерполяционного типа ("#1086 G00Intp" = "1"), эта функция не действует. В этом случае применяется обычная постоянная времени ускорения/замедления (ускорение/замедление после интерполяции).

(4) В таблице ниже сравниваются характеристики ускорения/замедления при различных настройках параметров.

Режим	Многошаговое ускорение/ замедление постоянной крутизны при быстром ходе	#1086 G00Intp	#1205 G0bdcc	Операция
Команда G00	Bad compen intrf byp :	0	0	Постоянная времени ускорения/замедления (интерполяционный тип)
			1	Ускорение/замедление постоянной крутизны (ускорение/замедление перед интерполяцией)
			2	Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны
		1	любое состояние	Постоянная времени ускорения/замедления (безинтерполяционный тип)
	Bad compen intrf byp :	0	0	Постоянная времени ускорения/замедления (интерполяционный тип)
			1	Ускорение/замедление постоянной крутизны (ускорение/замедление перед интерполяцией)
			2	Постоянная времени ускорения/замедления (интерполяционный тип)
		1	любое состояние	Постоянная времени ускорения/замедления (безинтерполяционный тип)
Ручной быстрый ход	любое состояние	любое состояние	любое состояние	Постоянная времени ускорения/замедления (безинтерполяционный тип)

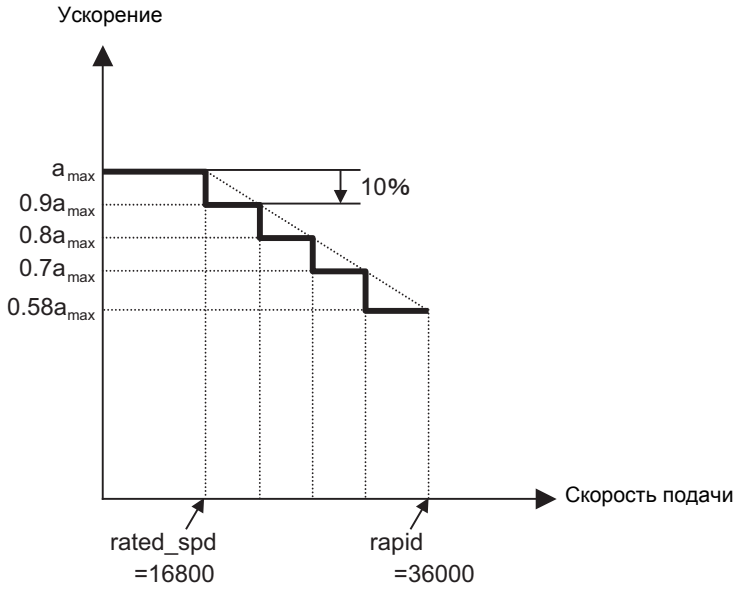
Метод установления числа шагов

Количество шагов для "многошагового ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе" автоматически устанавливается на основе настройки параметров.
Количество шагов устанавливается в предположении, что ускорение на один шаг на 10% меньше максимального ускорения на шаг. Поэтому число шагов определяется по следующей формуле.

"шаг" = (100 − "#2152 acc_rate")/10 + 1 (отбросить доли менее 1)

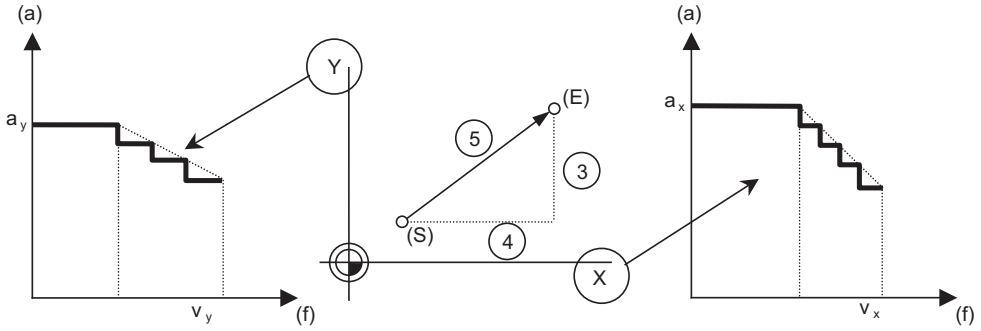
Ниже показан пример настройки параметров и соответствующая характеристика ускорения/замедления.

№	Элемент		Устанавливаемое значение
2001	rapid	Скорость быстрого хода	36000 [мм/мин]
2151	rated_spd	Номинальная скорость	16800 [мм/мин]
2152	acc_rate	Отношение ускорения к максимальному ускорению	58 [%]



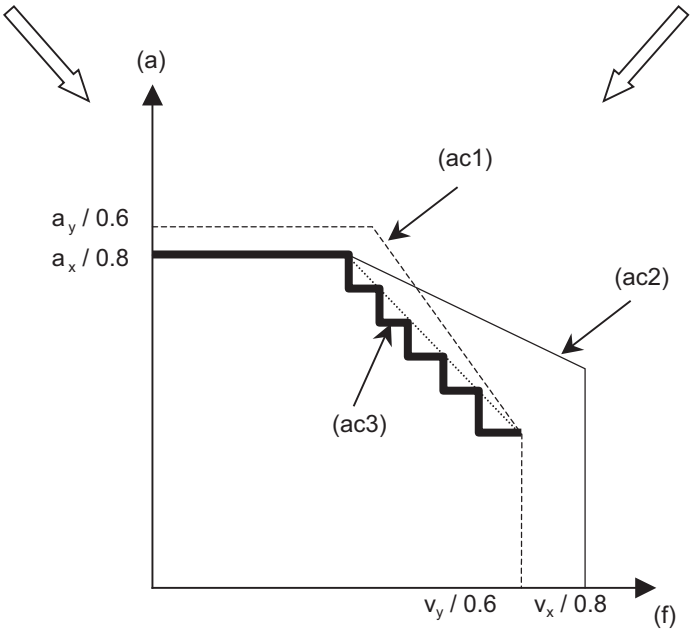
Характеристика ускорения при интерполяции двух или более осей

Если имеются две или более оси быстрого хода с различными характеристиками ускорения, то возможны два следующих метода работы.
- Интерполяционный тип (#1086 G0Intp = 0) : Движение от начальной к конечной точке по прямой линии
- Неинтерполяционный тип (#1086 G0Intp = 1) : Каждая ось движется отдельно на скорости параметра "Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе" действует только в отношении интерполяционного типа. Для интерполяционного типа ускорение доводится до максимального в диапазоне, при котором не превышается допустимое ускорение каждой оси.



[Характеристика ускорения независимой оси Y]

[Характеристика ускорения независимой оси X]



[Характеристика ускорения в результирующем направлении]

(a) ускорение (f) скорость

(S) начальная точка (E) конечная точка

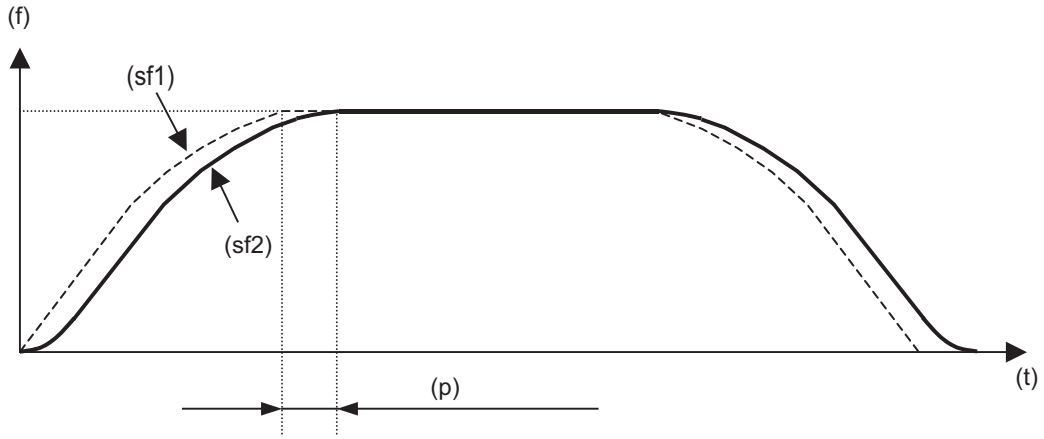
(ac1) Характеристика ускорения, если ось перемещается в результирующем направлении на скорости быстрого хода оси Y

(ac2) Характеристика ускорения, если ось перемещается в результирующем направлении на скорости быстрого хода оси X

(ac3) Характеристика ускорения результирующего направления

Управление фильтром S-образной характеристики

Управление фильтром S-образной характеристики позволяет сглаживать колебания многошагового ускорения/замедления при быстром ходе.
Фильтр можно настроить в диапазоне 0...200 (мс) с помощью параметра базовой спецификации "#1569 SfiltG0" (фильтр мягкого ускорения/замедления G00). Фильтр "#1570 Sfilt2" (фильтр 2 мягкого ускорения/замедления) также позволяет сглаживать колебания ускорения/замедления.

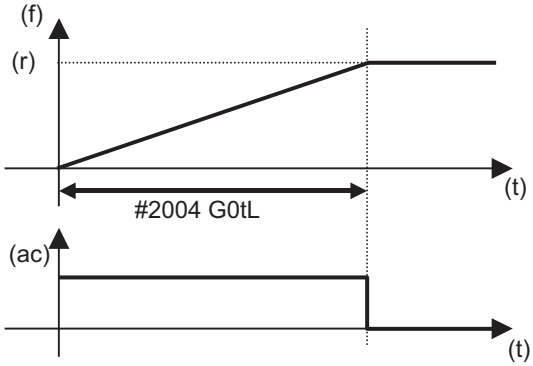


(f) скорость
(t) время
(p) настройка параметра = SfiltG0 + Sfilt2
(sf1) без фильтра S-образной характеристики
(sf2) с фильтром S-образной характеристики

Скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления

Во время высокоточного управления, высокоскоростного высокоточного управления I/II или высокоточного сплайнового управления, помимо скорости быстрого хода ("#2001 rapid") имеется возможность настроить скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления ("#2109 Rapid (H-precision)").
Если имеется настройка "скорости быстрого хода в режиме высокоточного управления", работа происходит следующим образом.

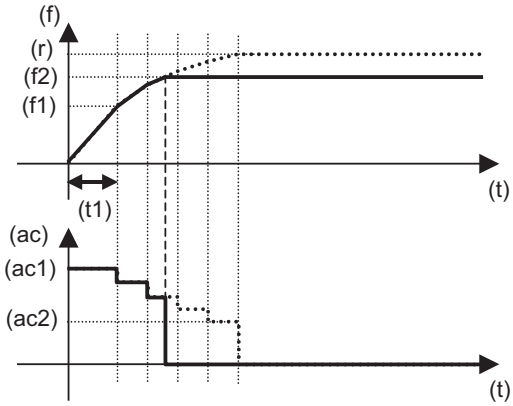
(1) Если "скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления" > "скорость быстрого хода"
Эта функция не действует. Действует "ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе".



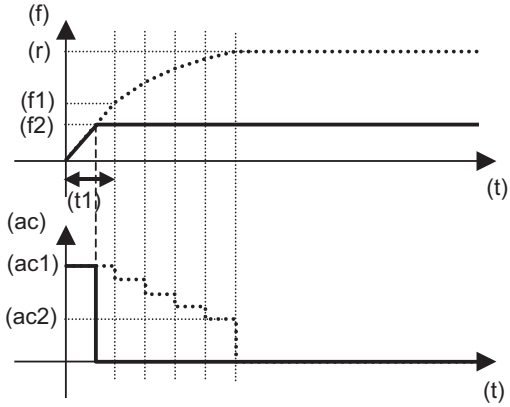
(f) скорость
(t) время
(r) скорость быстрого хода
(ac) ускорение

(2) Если " скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления" < "скорость быстрого хода"
"Скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления" применяется в соответствии с характеристикой ускорения, рассчитанной на основе "ускорения при быстром ходе", "ускорения для номинальной скорости", "постоянной времени для номинальной скорости G0" и "максимального ускорения".

Выше номинальной скорости



Ниже номинальной скорости

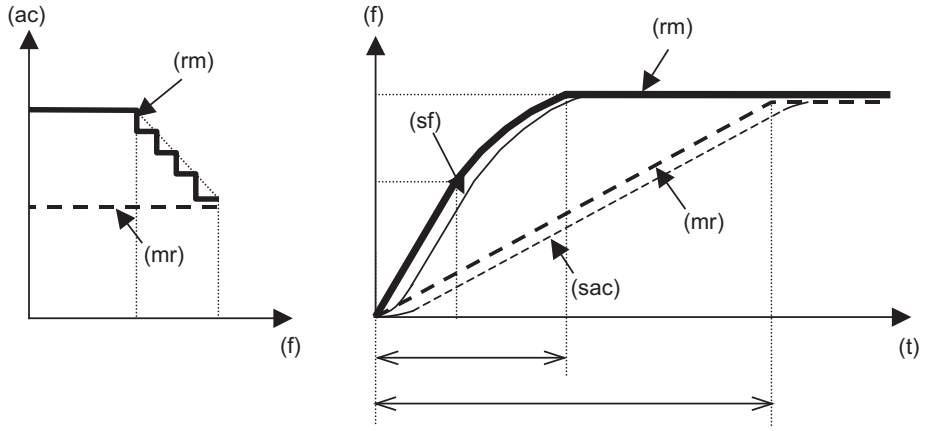


(f) скорость
(f1) номинальная скорость
(f2) скорость быстрого хода в режиме высокоточного управления
(t) время
(t1) время ускорения до номинальной скорости
(ac) ускорение
(ac1) макс. ускорение
(ac2) ускорение при скорости быстрого хода
(r) скорость быстрого хода

Указания

(1) "многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе" действует только в отношении команды быстрого хода. Учитывайте, что при ручном быстром ходе использование "многошагового ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе" не возможно.
В этом случае применяется постоянная времени ускорения/замедления (ускорение/замедление после интерполяции). Таким образом, ускорение/замедление зависит от следующих параметров.
- #2001 rapid : скорость быстрого хода
- #2003 smgst : режим ускорения/замедления
- #2004 G0tL : постоянная времени G0 (линейная)
- #2005 G0t1 : постоянная времени G0 (первичная задержка)

Как это показано на рисунке, время ускорения (постоянная времени) при "многошаговом ускорении/замедлении постоянной крутизны при быстром ходе" и "ручном быстром ходе" различается.



(f) скорость (t) время (ac) ускорение
(rm) многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе
(mr) ручной быстрый ход (линейная) (sf) с фильтром S-образной характеристики (sac) мягкое ускорение/замедление

(2) "Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе" может использоваться только в 1-й частичной системе. Если используются две или более частичные системы, эту функцию можно использовать только для 1-й частичной системы.
(3) Если отсутствует спецификация для "ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе", то эта функция не действует, даже если параметр "#1205 G0bdcc" установлен на "2". В этом случае применяется обычная постоянная времени ускорения/замедления (ускорение/замедление после интерполяции).
(4) При команде G00 безинтерполяционного типа ("#1086 G0Intp" = "1") использование "многошагового ускорения/замедления постоянной крутизны при быстром ходе" невозможно. Это функция действует только при режиме интерполяции.
(5) Если применяется "многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе", то типы ускорения/замедления при быстром ходе ("#2003 smgst" биты 0...3) игнорируются.
(6) Если действует "многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе", постоянная крутизна G0 ("#1200 G0_acc") не может использоваться. Даже если активирована постоянная крутизна G0 ("#1200 G0_acc" = "1"), эта настройка игнорируется.
(7) Если действует "многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе", использование программируемой проверки "в позиции" невозможно. Диапазон "в позиции" игнорируется, даже если задана соответствующая команда.
(8) Эта функция не может использоваться во время управления центром инструмента.
(9) При "многошаговом ускорении/замедлении постоянной крутизны при быстром ходе" упреждающее управление не действует.

7.9 Контроль точного останова ; G09

Принцип действия и назначение

Чтобы предотвратить закругленность во время обработки угла и удар в станке в результате внезапного изменения скорости подачи инструмента, желательно запускать эти команды в следующем кадре после того, как было проверено состояние "в позиции" после замедления и остановки станка.
Функция контроля точной остановки предназначена для данных целей.
Контроль замедления выполняется, если в том же кадре задана команда G09 (контроль точного останова). Команда G09 является немодальной.
Контрольное время замедления или контроль состояния "в позиции" выбирается с помощью параметра "#1193 inpos".
Диапазон "в позиции" устанавливается в параметре сервоусилителя "#2224 sv024".

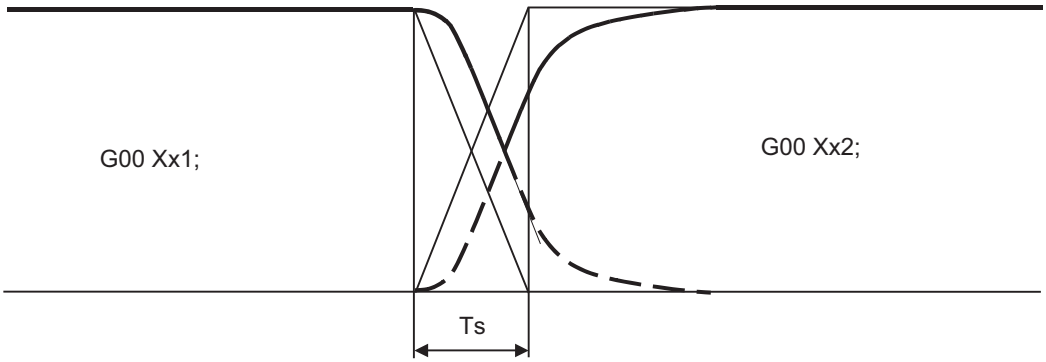
Формат команды

G09 ; ... Контроль точного останова

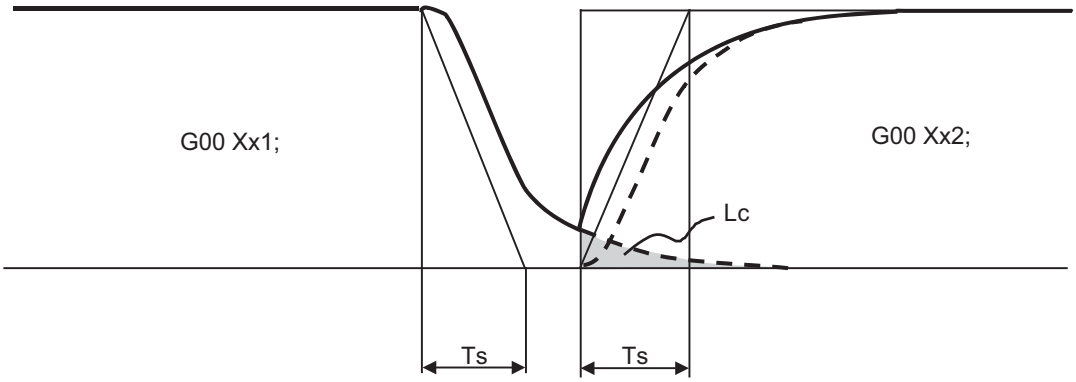
Команда контроля точного останова G09 действует только вместе с командой резания (G01 − G03) в определенном кадре этой команды.

Подробное описание

[С непрерывной подачей резания]



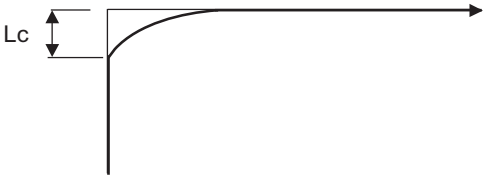
[С проверкой "в позиции" подачи резания]



Ts : Постоянная времени ускорения/замедления на рабочей подаче

Lc : Диапазон выхода на заданную позицию

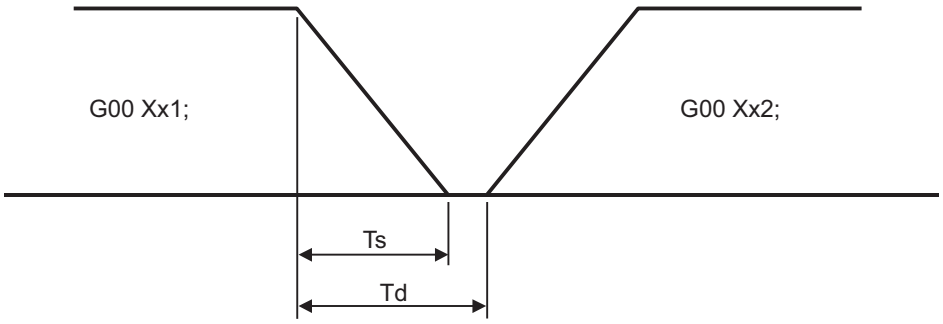
Как показано на рисунке выше, остаточное расстояние предыдущего кадра (затененная зона на рисунке выше) при запуске следующего кадра можно настроить в параметре сервоусилителя "#2224 sv024" как диапазон "в позиции" "Lc". Установка зоны выхода в заданную позицию позволит уменьшить закругления углов детали до определенного значения.



Чтобы устранить скругление угла, установите как можно меньшее значение в параметре сервоусилителя "#2224 sv024" и выполняйте контроль "в позиции" или вставьте команду выдержки времени (G04) между кадрами.

С проверкой замедления

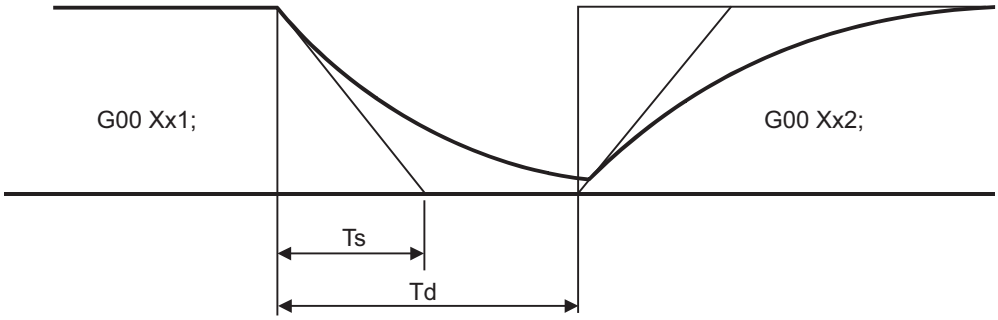
(1) С линейным ускорением/замедлением



TS: постоянная времени ускорения/замедления

Td: контрольное время замедления Td = Ts + (0...14 мс)

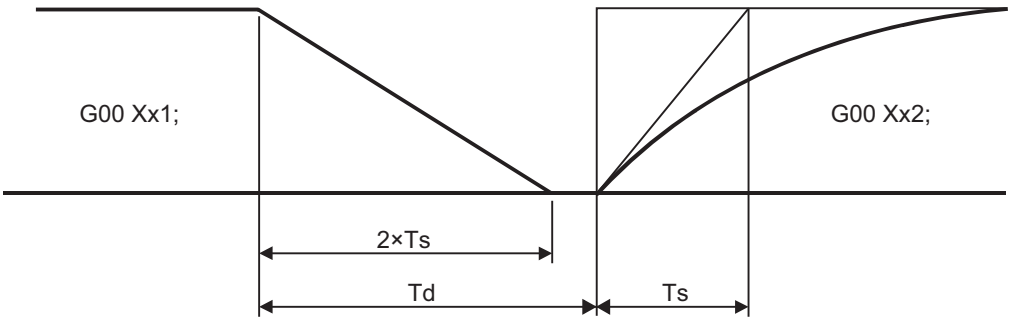
(2) с экспоненциальным ускорением/замедлением



TS: постоянная времени ускорения/замедления

Td: контрольное время замедления Td = 2×Ts + (0...14 мс)

(3) С экспоненциальным ускорением/линейным замедлением



TS: постоянная времени ускорения/замедления

Td: контрольное время замедления Td = 2×Ts + (0...14 мс)

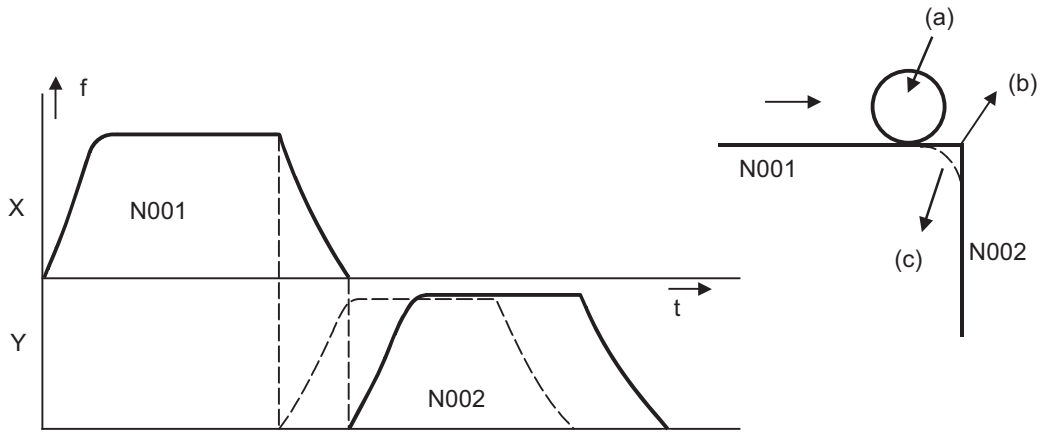
Время для контроля замедления, при одновременной работе нескольких осей, берется максимальное из всех промежутков времени контроля замедления по каждой оси, заданных исходя из постоянных времени ускорения/замедления подачи и режимов ускорения/замедления.

(Примечания 1)Для выполнения контроля точной остановки в кадре обработки с стандартным циклом следует вставить команду G09 в подпрограмму стандартного цикла.

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 Y100.000 ;	

[Результат контроля точного останова]



(a) инструмент (b) с командой G09 (c) без команды G09

f: Заданная в команде скорость t: Время

Сплошной линией изображена скорость при использовании команды G09

Прерывистой линией изображена характеристика скорости без команды G09

7.10 Режим контроля точного останова ; G61

Принцип действия 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.

Эта модальная команда снимается следующими командами.

G61.1.....высокоточное управление
G62 ..... автоматическая подмена в углу детали
G63 ..... режим нарезания резьбы метчиком
G64 ..... Режим резания

Формат команды

G61 ; ... Режим контроля точного останова

Контроль "в позиции" выполняется, если выбрана команда G61. Затем, в конце кадра команды резания, контроль "в позиции" выполняется до тех пор, пока режим контроля не будет отменен.

7.11 Контроль замедления

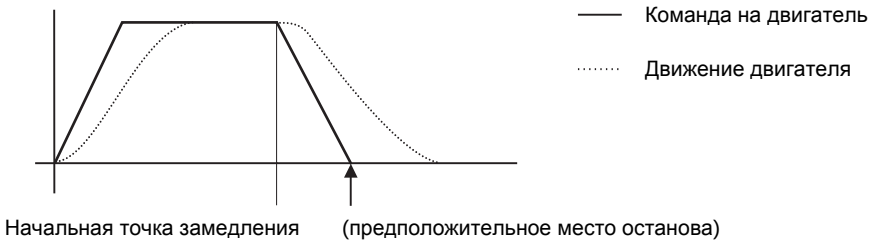
Принцип действия и назначение

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".)
С помощью этой функции можно изменить контроль замедления в обратном направлении G1 -> G0 или G1 -> G1, изменив настройку параметра.

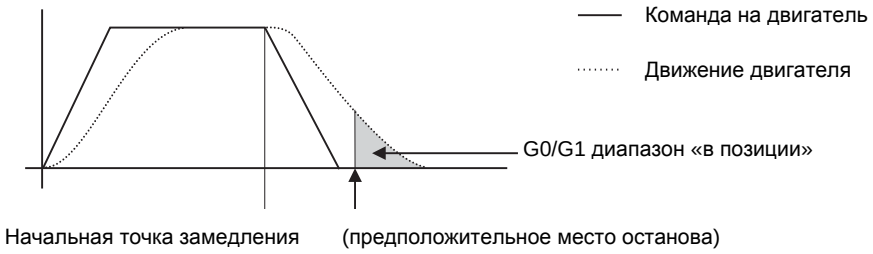
Подробное описание

Виды контроля замедления

(1) Проверка командной скорости
С помощью проверки командной скорости можно распознавать завершение замедления, если действие команды на двигатель завершено.



(2) Проверка "в позиции"
С помощью проверки "в позиции" можно распознавать завершение замедления, если двигатель движется в диапазоне "в позиции", установленном в параметре.



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".

(1) Спецификация контроля замедления, тип 1 ("#1306 InpsTyp" = 0)
Метод контроля замедления для команд G0 и G1 можно выбрать с помощью параметров базовой спецификации "Метод 1 контроля замедления" (#1193 inpos) и "Метод 2 контроля замедления" (#1223 AUX07/бит-1).

Параметр	Команда быстрого перемещения		Параметр	Иная команда кроме быстрого хода (G1: иная команда кроме G0)	
inpos (#1193)	G0 ->XX (G0+G9 -> XX)		AUX07/бит-1 (#1223/бит-1)	G1+G9 -> XX	G1 -> XX
0	Контроль замедления для команд		0	Контроль замедления для команд	Нет контроля замедления
1	Контроль выхода на заданную позицию		1	Контроль выхода на заданную позицию	

(Примечания 1)XX обозначает все команды.
(Примечания 2)«#1223 aux07» является общим параметром для всей системы ЧПУ.

(2) Спецификация контроля замедления, тип 2 ("#1306 InpsTyp" = 1)
Быстрый ход и подача резания в позиции указываются с помощью параметра "#1193 inpos".

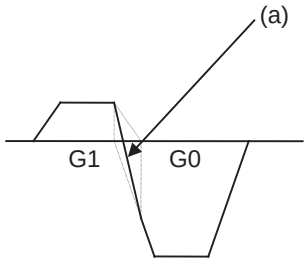
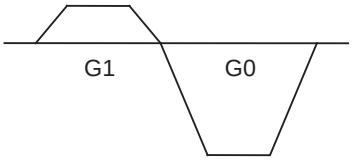
Параметр	Блок команд		
#1193 inpos	G0	G1+G9	G1
0	Контроль замедления для команд	Контроль замедления для команд	Нет контроля замедления
1	Контроль выхода на заданную позицию	Контроль выхода на заданную позицию	Нет контроля замедления

(Примечания 1)XX означает любые команды.
(Примечания 2)“G0”означает быстрый ход, а “G1”подачу при обработке.

7.11.1 G1 -> G0 контроль замедления

Подробное описание

В непрерывных кадрах G1 -> G0, чтобы изменить проверку замедления в обратном направлении, можно изменить параметр "#1502 G0lpfg".

	То же направление	Обратное направление
G0lpfg:0		 (a) Чрезмерная величина ускорения в связи с суммарной скоростью G1 и G0.
G0lpfg:1		 Командное замедление

Пример программы

Если задан контроль замедления в движении нескольких осей:

(1)

G91 G1 X100. Y100. F4000 ; G0 X-100. Y120. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении в программе.

(2)

G91 G1 X100. Y-100. F4000 ; G0 X80. Y100. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось Y движется в обратном направлении в программе.

(3)

G90 G1 X100. Y100. F4000 ; G0 X80. Y100. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении в программе. (Если начальная позиция программы равна X0 Y0)

(4)

G91 G1 X100. Y100. F4000 ; G0 X100. Y100. ;	Контроль замедления не происходит, так как оси X и Y движутся в программе в одном и том же направлении.

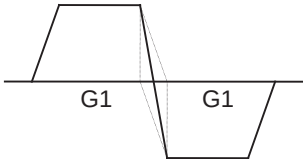
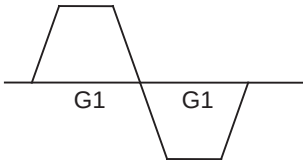
(5)

G91 G1 X100. Y80. F4000 ; G0 X80. ;	Контроль замедления не происходит, так как ось X движется в том же направлении и в программе нет команды движения оси Y.

7.11.2 G1 -> G1 контроль замедления

Подробное описание

В непрерывных кадрах G1 -> G1, чтобы изменить проверку замедления в обратном направлении, можно изменить параметр "#1503 G1lpfg".

	То же направление	Обратное направление
G1lpfg:0		
G1lpfg:1		 Командное замедление

Пример программы

Если задан контроль замедления в движении нескольких осей:

(1)

G91 G1 X100. Y100. F4000 ; G1 X-100. Y120. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении в программе.

(2)

G91 G1 X100. Y-100. F4000 ; G1 X80. Y100. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось Y движется в обратном направлении в программе.

(3)

G90 G1 X100. Y100. F4000 ; G1 X80. Y120. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении в программе. (Если начальная позиция программы равна X0 Y0)

(4)

G91 G1 X100. Y100. F4000 ; G1 X100. Y100. ;	Контроль замедления не происходит, так как оси X и Y движутся в программе в одном и том же направлении.

(5)

G91 G1 X100. Y80. F4000 ; G1 X80. ;	Контроль замедления не происходит, так как ось X движется в том же направлении и в программе нет команды движения оси Y.

7.12 Автоматическая подмена в углу детали ; G62

Принцип действия и назначение

При действии компенсации радиуса инструмента эта функция путем автоматического применения подмены для скорости подачи уменьшает нагрузку во время внутренней автоматической обработки R угла детали или во время обработки внутреннего угла детали.
Автоматическая подмена в углу детали действует до тех пор, пока не будет задана команда отмены компенсации радиуса инструмента (G40), режима контроля точного останова (G61), режима высокоточного управления (G61.1), режима нарезания резьбы метчиком (G63) или режима резания (G64).

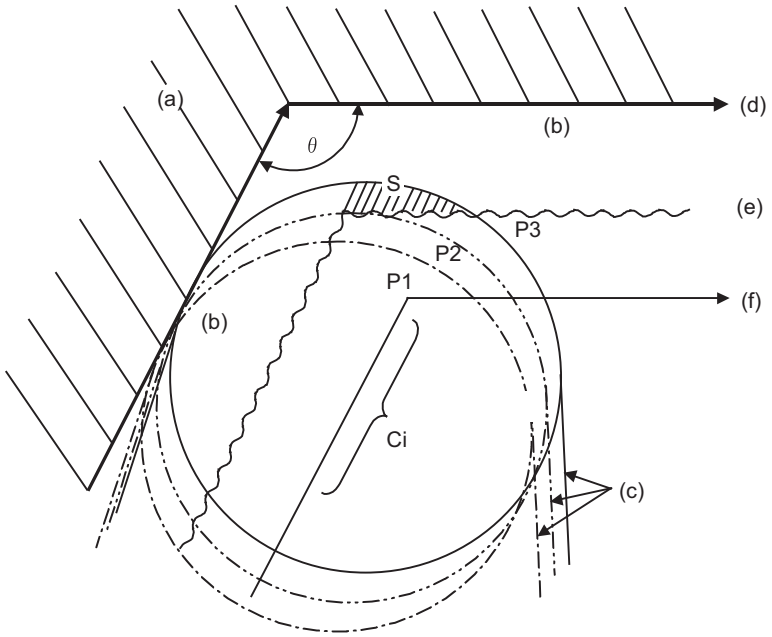
Формат команды

G62 ; ... Автоматическая подмена в углу детали

Подробное описание

Обработка внутренних углов детали

При обработке внутреннего угла детали, как это показано на рисунке ниже, инструменту приходится снимать больший слой металла, в результате чего увеличивается нагрузка на инструмент. Во избежание этого явления, внутри настроенного диапазона угла автоматически применяется подмена и скорость подачи уменьшается, в результате чего возрастание нагрузки уменьшается и резание выполняется эффективно.
Данная функция действительна, если запрограммирована законченная форма детали.



(a) деталь (b) припуск на обработку (c) инструмент
(d) запрограммированная траектория (конечная форма) (e) форма поверхности детали
(f) траектория центра инструмента
θ : макс. угол внутреннего угла детали
Ci : Область замедления (IN)

[Операция]

(1) Когда не должна применяться автоматическая коррекция подачи :
Если инструмент движется в очередности P1 -> P2 -> P3 (см. рисунок выше), припуск на обработку в P3 увеличивается на величину, эквивалентную затененной области S. В результате соответственно увеличивается нагрузка на инструмент.

(2) Когда должна применяться автоматическая коррекция подачи :
Если угол θ внутреннего угла детали на вышеприведенном рисунке меньше угла, настроенного в параметре, то на участке замедления Ci автоматически применяется подмена, настроенная в параметре.

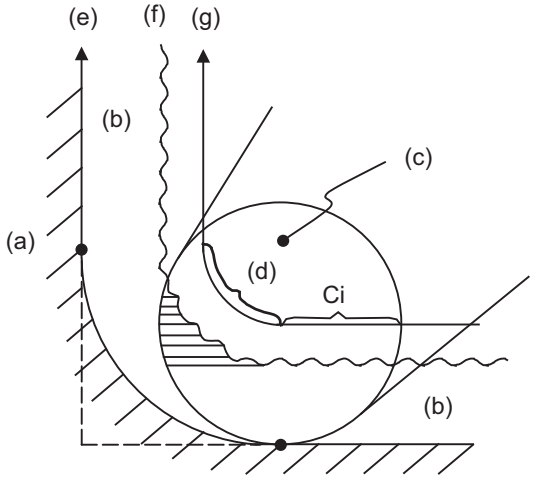
[Настройка параметра]

В параметры обработки вводятся следующие параметры обработки :

#	Параметр	Диапазон настройки
#8007	OVERRIDE (подмена)	0...100 [%]
#8008	Макс. угол внутреннего угла детали	0...180 [°]
#8009	DSC. Диапазон	0...99999.999 [мм] или 0...3937.000 [дюймов]

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

Автоматический R угла детали

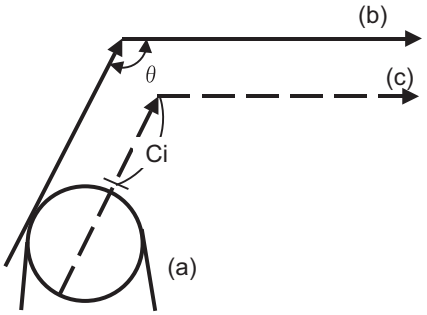


(a) деталь (b) припуск на обработку (c) центр R угла детали
(d) участок R угла детали (e) запрограммированная траектория (f) форма поверхности детали
(g) траектория центра инструмента

(1) Настроенная в параметре подмена автоматически применяется на участке замедления Ci и участке R угла детали для внутреннего смещения с автоматическим R угла детали. (Контроль величины угла не происходит.)

Пример применения

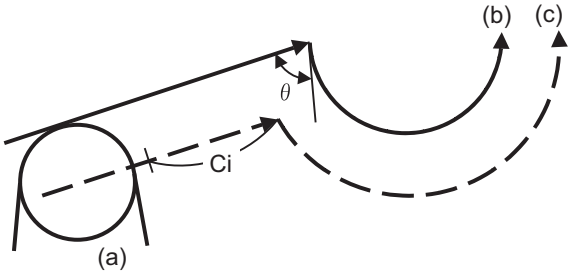
(1) линейно –линейный угол



(a) инструмент
(b) программа
(c) центр инструмента

Заданная параметром коррекция действует в Ci.

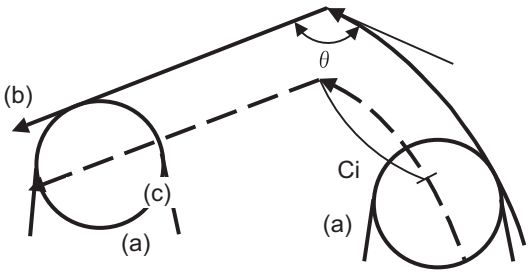
(2) линейно - дуговой (наружное смещение) угол



(a) инструмент
(b) программа
(c) центр инструмента

Заданная параметром коррекция действует в Ci.

(3) дуговой (внутреннее смещение) - линейный угол

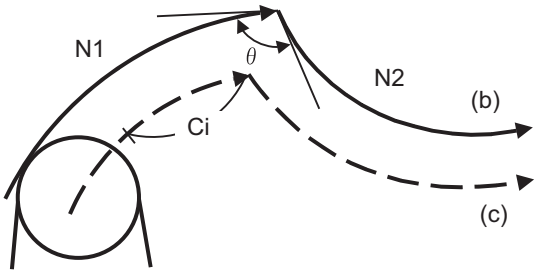


(a) инструмент
(b) программа
(c) центр инструмента

Заданная параметром коррекция действует в Ci.

(Примечание) Участком замедления Ci, на котором применяется подмена, является длина дуги с командой дуги.

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



(a) инструмент
(b) программа
(c) центр инструмента

Заданная параметром коррекция действует в Ci.

Связь с другими функциями

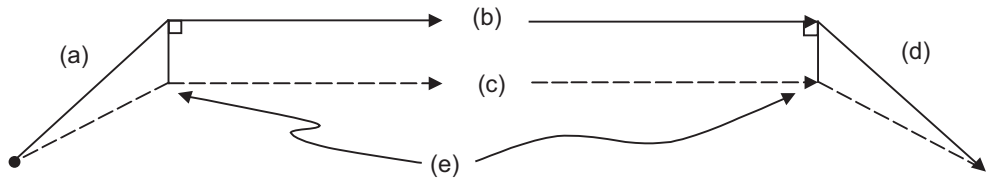
Функция	Коррекция подачи на угловом участке
Коррекция подачи (процентовка)	Автоматическая коррекция применяется после активации коррекции подачи.
Отмена коррекции (процентовки)	Автоматическая коррекция не отменяется при отмене процентовки.
Ограничение скорости	Действительно после автоматической коррекции
Холостой ход	Автоматическая коррекция недействительна
Синхронная подача	К скорости синхронной подачи применяется автоматическая подмена в углу детали.
Нарезание резьбы	Автоматическая коррекция недействительна
G31 пропуск	При задании команды G31 во время компенсации радиуса инструмента возникает ошибка программы.
Блокировка станка	Действительно
Ограничение скорости станка	Автоматическая коррекция недействительна
G00	Недействительно
G01	Действительно
G02,G03	Действительно

Указания

(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.

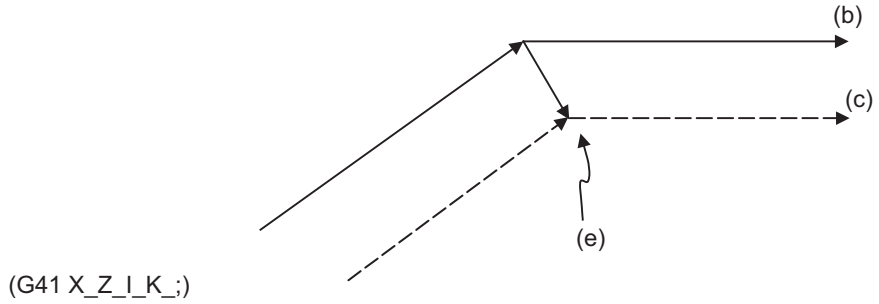
(2) Даже если активирован режим автоматической подмены в углу детали, автоматическая подмена в углу детали не применяется до тех пор, пока не будет активирован режим компенсации радиуса инструмента.

(3) Автоматическая подмена не применяется в углу, в котором запущена или отменена компенсация радиуса инструмента.



(a) кадр запуска (b) программа
(c) центр инструмента (d) кадр отмены
(e) Автоматическая подмена в углу детали не применяется.

(4) Автоматическая подмена не применяется в углу, в котором задана команда вектора I, K компенсации радиуса инструмента.



(b) программа (c) центр инструмента
(e) Автоматическая подмена в углу детали не применяется.

(5) Если расчет пересечения не может быть выполнен, автоматическая подмена в углу детали не применяется. Расчет пересечения не возможен в следующем случае.
- Если команда движения отсутствует в четырех или более 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

Принцип действия 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 вхождения в режим нарезания резьбы метчиком.

Режим G63 отменяется режимом контроля точного останова (G61), режимом высокоточного управления (G61.1), автоматической подменой в углу детали (G62) или режимом резания (G64). При включении электропитания станка станок находится в состоянии режима резания.

Формат команды

G63; ... Режим нарезания резьбы метчиком

7.14 Режим резания ; G64

Принцип действия и назначение

Режим обработки (контурный режим) ; G64Команда 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.
Режим G64 снимается режимом контроля точного останова (G61), режимом высокоточного управления (G61.1), режимом автоматической подмены на углу детали (G62) или режимом нарезания резьбы метчиком (G63).
При включении электропитания станка станок находится в состоянии режима резания.

Формат команды

G64; ... Режим резания

8

Выдержка времени

8.1 Выдержка (указание времени) ; G04

Принцип действия и назначение

Движение станка временно останавливается командой программы для установления состояния ожидания. Таким образом можно задержать запуск следующего кадра. Состояние времени ожидания можно отменить путем подачи сигнала пропуска.

Формат команды

G04 X__ /P__ ; ... Выдержка (указание времени)

X/P	Выдержка времени

Единица измерения команды выдержки времени зависит от параметра.

Подробное описание

(1) Если время выдержки указывается с помощью X, действует команда десятичной точки.

(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 команды, если команда десятичной точки задействована	Диапазон команды, если команда десятичной точки не задействована
0...99999.999 (с)	0...99999999 (мс)

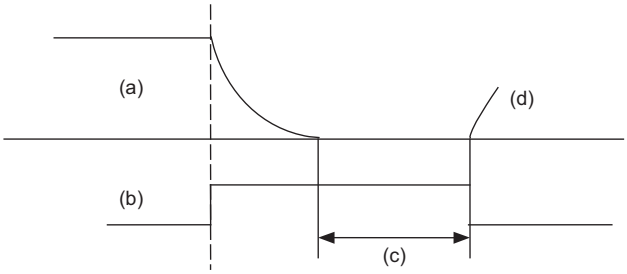
(4) В качестве единицы для настройки времени выдержки, применяемой при отсутствии десятичной точки, можно выбрать "1 с", установив параметр "#1078 Decpt2" на "1". Это относится только к заданиям с помощью X и P, для которых действительна команда десятичной точки.

(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 действует во время блокировки.

(7) Выдержка времени действует даже для блокировки станка.

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



(a) команда резания предыдущего кадра
(b) команда выдержки времени
(c) время выдержки
(d) следующий кадр

Пример программы

Команда	Время выдержки [c]			
	#1078 Decpt2 = 0		#1078 Decpt2 = 1	
	G04P DECIMAL PNT-N	G04P DECIMAL PNT-P	G04P DECIMAL PNT-N	G04P DECIMAL PNT-P
G04 X500 ;	0.5		500	
G04 X5000 ;	5		5000	
G04 X5. ;	5		5	
G04 X#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

(Примечания 1)Примеры выше приведены для следующих условий:
- Единица вводимой настройки 0.001 мм или 0.0001 дюйма
- #100 = 1000 ;

(Примечания 2) Управляющим параметром является "G04P DECIMAL PNT-P".

(Примечания 3)Если единица настройки равна "0.0001 дюйма", то X перед G04 умножается на 10.
Например, для "X5. G04 ;" время выдержки будет равно 50 секунд.

Меры предосторожности и ограничения

(1) Используя эту функцию, задавайте команду X после G04, чтобы выдержка происходила на основе X.

9

Вспомогательные функции

9.1 Вспомогательные функции (разряды M8)

Принцип действия и назначение

Вспомогательные функции, известные также под названием "M-функции", посвящены таким вспомогательным задачам как прямое и обратное вращение шпинделя, останов работы и включение/выключение охлаждающей среды.

Подробное описание

Данные функции задаются 8-значным числом (0 - 99999999), следующего за адресом M, при этом в одном кадре могут задаваться до 4 групп M-функций.
Количество M-команд, которое можно задать в одном и том же кадре, определяется настройкой параметра (#12005 Mfig).
(Пример) G00 Xx Mm1 Mm2 Mm3 Mm4 ;

Если в одном кадре задаются пять или более команд, то действуют только последние четыре команды.
Вторую вспомогательную функцию (с двоично-десятичным или двоичным выводом) можно выбрать с помощью параметра. 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. Таким образом, для использования имеются 92 вспомогательные функции. Для выяснения фактического соответствия между функциями и числовыми значениями необходимо свериться с руководством 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.

Последовательность выполнения и завершения справедлива для всех команд M за исключением M96, M97, M98 и M99.

Останов программы : M00

Если ЧПУ считало эту функцию, оно прекращает считывать последующие кадры. Что касается системных функций ЧПУ, то не происходит лишь считывание следующего кадра. 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.

Опциональный останов: M01

Если считана команда M01 и выключатель опционального останова на операторской панели станка включен, то считывание следующего кадра не происходит, т. е. эта команда действует так же как M00. Если режим опционного стопа выключен, команда M01 игнорируется.

(Пример)	Состояние и действие выключателя опционального останова
N10 G00 X1000 ;	Остановка в N11, если режим включен
N11 M01 ;	Следующая команда (N12) выполняется без остановки в N11, если режим выключен
N12 G01 X2000 Z3000 F600 ;	
:	

Конец программы : M02 или M30

Обычно эта команда используется в конечном кадре для завершения обработки на станке. Ее первоначальное назначение заключается в возврате в начало программы обработки.
Действительно ли происходит переход в начало программы, зависит от спецификаций станка. В зависимости от спецификаций станка, после считывания команды M02 или M30 и вызванного этим перехода в начало программы и выполнения каких-либо иных команд, заданных в том же кадре, может происходить или не происходить сброс системы. (Хотя индикация памяти положения на дисплее не сбрасываются при выполнении сброса, происходит отмена модальных команд и величин компенсаций.)
После перехода в начало программы следующая операция останавливается (лампа "Работает автоматика" гаснет). Для перезапуска устройства необходимо нажать на клавишу пуска автоматического режима, либо выполнить соответствующие действия.
Если после завершения команд M02 и M30 программа перезапущена и первая команда движения задана только словом координаты, то по окончании программы будет действовать режим интерполяции. Рекомендуется для команды движения всегда сначала задавать G-функцию.

(Примечания 1)Выходные сигналы формируются для команд M00, M01, M02 и M30. Сброс этих сигналов производится по нажатию клавиши сброса.

(Примечания 2)M02 или M30 могут быть заданы в режиме ручного ввода данных (MDI). В это время команды можно задавать одновременно с другим командами.

Макропрерывание ; M96, M97

M96 и M97 являются M-кодами для управления пользовательским макропрерыванием.
M-код для управления пользовательским макропрерыванием обрабатывается внутри и не выводится вовне.
Чтобы в качестве вспомогательных функций можно было использовать M96 и M97, перейдите на другой M-код с помощью параметров (#1109 subs_M, #1110 M96_M и #1111 M97_M).

Вызов/завершение подпрограммы: M98, M99

Данные команды используются как инструкции вызова подпрограмм и возврата из подпрограмм.
M98 и M99 обрабатываются внутри, сигналы M-кода и стробирующие сигналы не выводятся.

Внутренняя обработка с помощью команд M00/M01/M02/M30

Временно прекращается предварительное чтение после того, как были считаны команды M00, M01, M02 или M30. Другие операции перехода в начало программы обработки и инициализация модальных команд при сбросе различаются в зависимости от спецификаций станка.

9.2 Вторичные вспомогательные функции (разряды A8, разряды B8 или разряды C8)

Принцип действия и назначение

Эти функции служат для позиционирования по таблице индексации и т. п. В этом контроллере они присваиваются с помощью 8-разрядного числа из диапазона 0...99999999, следующего за адресом A, B или C. Соответствия между кодами и позициями определяет изготовитель станка.

Подробное описание

С помощью параметра (#1170 M2name) выбирается адрес A, B или C, который используется для вторичной вспомогательной функции. (Нельзя использовать адрес, используемый для названия оси.)
В одном кадре можно задать до 4 наборов вторичных вспомогательных функций. Количество M-команд, которое можно задать в одном и том же кадре, определяется настройкой параметра (#12011 Bfig).
Выводимый формат вторичной вспомогательной функции (двоично-десятичный или двоичный) выбирается с помощью параметра.
Функции A, B и C могут задаваться одновременно с любыми другими командами, однако если задано движение в том же кадре, существует две последовательности выполнения команд. Параметрами станка определяется, какая последовательность будет выбрана.

(1) Функция A, B или C выполняется после команды движения.
(2) Функция A, B или C выполняется одновременно с командой движения.

Последовательности обработки и завершения нужны для всех вторичных вспомогательных функций. Возможные комбинации адресов перечислены в таблице ниже. Невозможно использовать адрес, при котором название дополнительной оси невозможно отличить от вторичной вспомогательной функции.

		Название дополнительной оси		
		A	B	C
Вторичная вспомогательная функция	A	-	○	○
	B	○	-	○
	C	○	○	-

Указания

Если в качестве адреса вторичной вспомогательной функции присвоен адрес A, использование следующих команд не возможно.
- линейная угловая команда (можно использовать ",A")
- геометрическая команда

9.3 Индексация делительного стола

Принцип действия и назначение

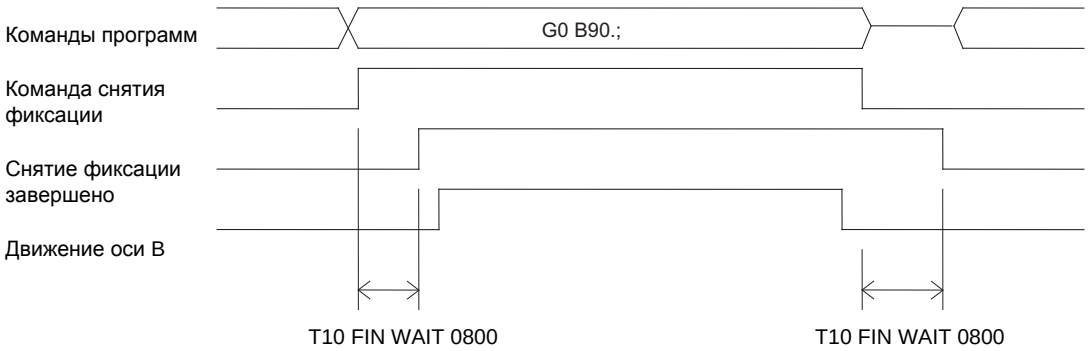
Позиционирование индексного стола может быть выполнено при помощи задания индексной оси. Для команды индексации требуется указать лишь угол индексации для оси, установленной в качестве оси индексации. Задавать специальные M-команды для зажима и разжима стола нет необходимости, что значительно упрощает программирование.

Подробное описание

Функция индексации делительного стола выполняет следующее операции.
Пример формата команды
(Пример) G00 B90 ;
B: ось, которая была установлена в качестве оси индексации в параметре "#2076 index x".

(1) Установите параметр "index_x" (#2076) на "1" для той оси, которая будет выполнять индексацию делительного стола.
(2) Команда перемещения (в абсолютных или инкрементных величинах задания) для выбранной оси выполняется при обработке этой команды в программе.
(3) Перед движением оси выполняется операция снятия фиксации.
(4) После завершения операции снятия фиксации запускается движение оси.
(5) После окончании движения выполняется операция фиксации.
(6) По окончании операции фиксации выполняется следующий кадр.

[Временная диаграмма операций]



Указания

(1) Могут быть заданы несколько индексных осей.

(2) Скорость движения осей индексации делительного стола соответствует модальной скорости подачи (G0/G1) на этот момент.

(3) Команда снятия фиксации для осей индексации подается также в случае, если оси индексации делительного стола заданы в одном и том же кадре с другими осями. В этом случае движение других осей, заданных в том же кадре, не выполняется до тех пор, пока не завершится операция снятия фиксации.
Учитывайте, что движение других осей, заданных в том же кадре, выполняется во время неинтерполяционных команд.

(4) Оси индексации делительного стола используются как обычные поворотные оси, однако эта функция выполняет операцию снятия фиксации даже для линейных осей.

(5) Если во время движения оси индексации в автоматическом режиме возникла какая-либо ошибка, вызвавшая выключение команды снятия фиксации, состояние снятия фиксации сохраняется и ось индексации выполняет останов с замедлением.
Другие оси, заданные в том же кадре, также выполняют останов с замедлением (за исключением случая, если действуют неинтерполяционные команды).

(6) Если движение оси индексации прервано блокировкой или т. п., состояние снятия фиксации сохраняется.

(7) Операции фиксации и снятия фиксации не выполняются, если команды движения для оси индексации делительного стола подаются подряд одна за другой.
Учитывайте, что операции фиксации и снятия фиксации выполняются даже если команды движения продолжают выполняться во время покадрового режима.

(8) Убедитесь, что в заданной позиции стола возможен зажим.

10

Шпиндельные функции

10.1 Шпиндельные функции

Принцип действия 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.

10.2 Управление постоянной скоростью резания ; G96,G97

Принцип действия 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	Ось с постоянной скоростью резания

G97 ; ... Отмена постоянной скорости резания

Подробное описание

(1) Ось для управления постоянной скоростью резания устанавливается с помощью параметра "#1181 G96_ax".
0: фиксированно используется 1-я ось (P-команда не действует)
1: 1-я ось
2: 2-я ось
3: 3-я ось

(2) Если вышеупомянутый параметр не равен нулю, ось управления постоянной скоростью резания можно присвоить с помощью адреса P.
(Пример) 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 ;	Скорость вращения шпинделя задается таким образом, чтобы скорость резания была равна 200м/мин.
:	
G97 G01 X50. Z100. F300 S500 ;	Скорость вращения шпинделя регулируется на 500 об/мин.
:	
M02 ;	Модальное возвращение к исходному значению.

Указания

При управлении постоянной скоростью резания (во время действия модальной команды G96), если целевая ось для управления постоянной скоростью резания движется в направлении центра шпинделя, скорость вращения шпинделя возрастает и может превысить допустимую скорость детали, патрона или т. п. В этом случае деталь и т. п. во время обработки может вырваться, что может привести к поломке инструментов или станка или причинить травму оператору. Поэтому не забудьте использовать эту функцию, если активирована "фиксация скорости шпинделя". Если задана команда управления постоянной скоростью резания, ведите обработку на достаточном расстоянии от нулевой точки программы.

Пример программы

(1) Если параметр "1146 Sclamp" установлен на "0".

G96 S200 ; ... Скорость вращения шпинделя регулируется так, чтобы скорость резания была 200м/мин

G92 S4000 Q200 ; ... Скорость вращения шпинделя фиксируется на 4000 об/мин и понижается до 200 об/мин.

M3 ; ... Команда вращения на шпиндель

(2) Если параметр "1146 Sclamp" установлен на "1".

G92 S4000 Q200 ; ... Скорость вращения шпинделя фиксируется на 4000 об/мин и понижается до 200 об/мин.

G96 S200 ; ... Скорость вращения шпинделя управляется так, чтобы скорость резания была 200 м/мин.

M3 ; ... Команда вращения на шпиндель

(Примечание) В целях безопасности задавайте команду вращения на шпиндель после G92.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

1. При управлении постоянной скоростью резания (во время действия модальной команды G96), если целевая ось для управления постоянной скоростью резания движется в направлении центра шпинделя, скорость вращения шпинделя возрастает и может превысить допустимую скорость детали, патрона или т. п. В этом случае деталь и т. п. во время обработки может вырваться, что может привести к поломке инструментов или станка или причинить травму оператору.

10.3 Настройка фиксированной скорости шпинделя ; G92

Принцип действия и назначение

Максимальную фиксированную скорость вращения шпинделя можно присвоить с помощью адреса S, следующего за командой G92, а минимальную фиксированную скорость вращения − с помощью адреса Q.
Используйте эту команду, если скорость шпинделя требуется ограничить в зависимости от обрабатываемой детали, установленного на шпиндель патрона, спецификаций инструмента и т. п.

Формат команды

G92 S__ Q__ ; ... Настройка фиксированной скорости шпинделя

S	Максимальная скорость вращения шпинделя
Q	Минимальная скорость вращения шпинделя

Подробное описание

(1) 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 ;".

(2) С помощью параметров "#1146 Sclamp" и "#1227 aux11/бит 5" можно выбрать, должна ли скорость вращения фиксироваться только в режиме постоянной скорости резания или даже после отмены постоянной скорости резания.

(Примечания 1)Команда G92S и действия по ограничению скорости вращения.

		Sclamp=0		Sclamp=1	
		aux11/бит 5 =0	**aux11/бит 5 =1**	**aux11/бит 5 =0**	**aux11/бит 5 =1**
Команда	**в G96**	Команда фиксации скорости вращения		Команда фиксации скорости вращения	
	в G97	Команда скорости вращения шпинделя		Команда фиксации скорости вращения	
Операция	**в G96**	Выполнение фиксации скорости вращения		Выполнение фиксации скорости вращения	
	в G97	Без фиксации скорости вращения		Выполнение фиксации скорости вращения	Без фиксации скорости вращения

(Примечание 2)Адрес Q, следующий за командой G92, обрабатывается как команда фиксации скорости шпинделя вне зависимости от действия режима постоянной скорости резания.

(3) Значение команды фиксированной скорости шпинделя сбрасывается в результате модального сброса ("сброс 2" или "сброс + обратная перемотка").
Учитывайте, что модальное действие сохраняется, если включен параметр "#1210 RstGmd/bit19".
При включении питания настройка сбрасывается на 0.

Указания

(1) После того, как были установлены максимальная и минимальная фиксированная скорость шпинделя (G92 S__ Q __), фиксированная максимальная скорость не отменяется даже при задании команды "G92 S0". Даже если задана команда G92 S0, значение Q__ продолжает действовать и Q__ больше S0.

(2) Учитывайте, что если не задана команда настройки фиксированной скорости шпинделя (G92 S__ Q__), скорость может увеличиться до максимальной скорости станка, установленной с помощью параметра.
В частности, если задана команда управления постоянной скоростью резания (G96 S__), задайте также команду настройки фиксированной скорости шпинделя и команду максимальной скорости вращения шпинделя. Чем больше инструмент приближается к центру шпинделя, тем больше увеличивается скорость вращения шпинделя, в результате чего может быть превышена допустимая скорость детали, патрона или т. п.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

1. Команда настройки фиксированной скорости шпинделя является модальной командой, однако если эта операция запускается из кадра в середине программы, не забудьте убедиться в том, что действуют подходящие модальные команды G и F и значения координат также являются подходящими. Если перед кадром, установленным в качестве начальной позиции, имеются команды смещения системы координат или команды M, S, T и B, выполните требуемые команды с помощью MDI и т. п. Если программа запускается из установленного кадра без выполнения этих операций, может произойти столкновение в станке или станок может начать работать на неожиданной скорости.

10.4 Управление шпинделем / осью C

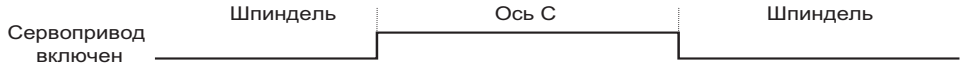
Принцип действия и назначение

Эта функция позволяет по внешнему сигналу использовать один шпиндель (MDS-A-SP и более поздние версии) в качестве оси C (поворотной оси).

Подробное описание

Смена режима шпиндель/C-ось

Переключение между шпинделем и осью C происходит по сигналу "Серво вкл." оси C.

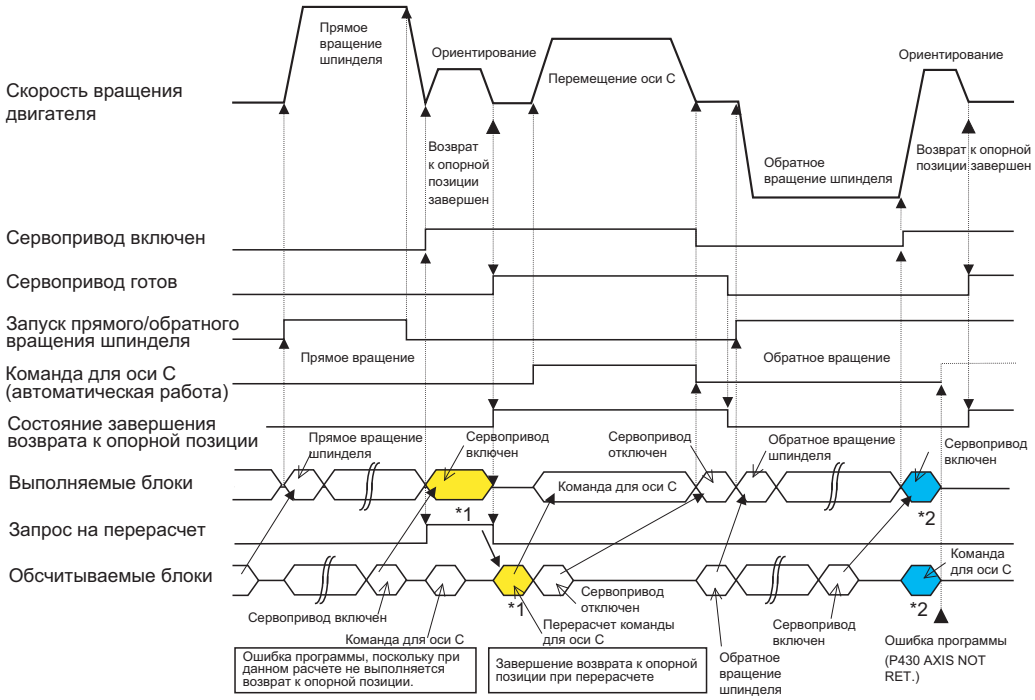


При сигнале "Серво выкл." ..... шпиндель (управление осью C не возможно)
При сигнале "Серво вкл." ..... ось C (управление шпинделем не возможно)
Ось C находится в состоянии незавершенного возврата в референтную позицию.

(1) Состояние возврата в референтную позицию
Возврат в референтную позицию является незавершенным, если не была пройдена фаза Z.
Выход в нулевую точку завершен, когда поступил сигнал фазы Z.

(2) Данные позиции оси C
Внутренние данные позиции оси C в ЧПУ обновляются даже для вращения шпинделя во время управления шпинделем. Значение координаты оси C остается неизменным во время режима шпинделя, а затем обновляется в соответствии с величиной перемещения за время режима шпинделя при включении сигнала готовности сервопривода оси C. (Позиция оси C в момент поступления сигнала servo ON может отличаться от последней позиции оси перед предыдущим сигналом servo OFF.

Пример временной диаграммы смены режимов



(Примечания 1)Для осевых команд завершение возврата к исходной точке проверяется при расчете. Таким образом, если команда включения сервопривода оси C и команда оси C непрерывны, возникает ошибка программы (P430), как это показано выше в зоне *2.

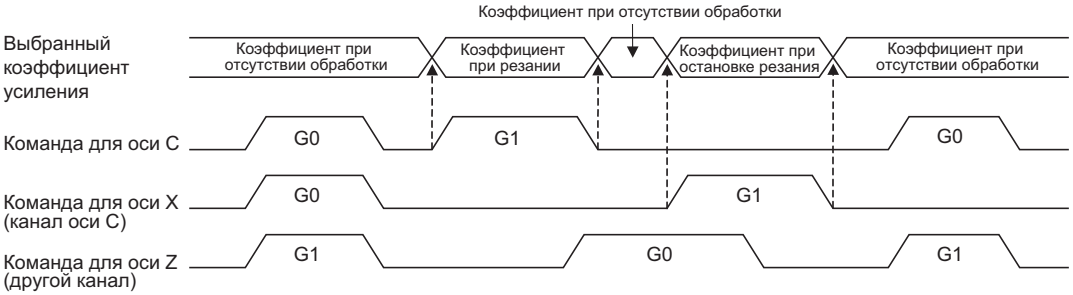
В ответ на такую ситуацию на пользовательском контроллере должны быть выполнены два следующих процесса, как это показано выше в зоне *1.

− Подайте сигнал запроса пересчета с помощью команды "Серво ВКЛ.".

- Ожидание завершения команды "Серво вкл.", пока ось C не перейдет в состояние "Сервоусилитель готов".

Коэффициент усиления оси C

Коэффициент усиления оси C зависит от ее текущего состояния (выбирается оптимальное значение в текущий момент). Во время движения оси C на скорости подачи резания применяется коэффициент резания. При движении других осей на скорости подачи резания (торцевая обработка по оси C) применяется коэффициент останова. Коэффициент отсутствия обработки применяется во всех остальных случаях.



(Примечания 1)Подача на скорости резания другой системы не влияет на коэффициент усиления оси C.

(Примечания 2)В программе ПЛК можно задать выбор одного из трех коэффициентов усиления для оси C.

Контроль замедления при движении с учетом шпинделя/оси C

Контроль замедления при движении с учетом шпинделя/оси C 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 PGCO) 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 перемещения	Параметр	Иная команда кроме быстрого хода (G1: Иная команда кроме G0)	
Inpos (#1193)	G0 -> XX (G0+G9 -> XX)	AUX07/бит 1 (#1223/бит 1)	G1 -> G0 (G0+G9 -> XX)	G1 -> G1
0	Контроль замедления для команд	0	Проверка "в позиции" (применимо только к SV024)	Нет контроля замедления
1	Контроль выхода на заданную позицию	1		

(Примечания 1)При задании команды G1 контроль выхода на заданную позицию выполняется вне зависимости от параметра.

(Примечания 2)XX обозначает все команды.

Меры предосторожности и ограничения

(1) Если в датчике нет фазы Z (PLG, ENC, иной), возврат в референтную позицию путем ориентирования не возможен.
Замените датчик датчиком, оснащенным фазой Z, или, если продолжает использоваться прежний датчик, установите в параметрах (параметры шпинделя, SP129 bitE:1) переключение регулирования положения на "После останова с замедлением" и настройте ось на состояние "Ось без нулевой точки" (параметры возврата в нулевую точку, noref:1).

(2) Ошибка программирования (P430) возникнет в случае задания движения оси C во время ориентации или при отсутствии сигнала готовности сервопривода.

(3) Не допускайте пропадания сигнала servo ON во время движения оси C. Оставшиеся команды оси C будут сброшены по восстановлению servo ON. (Если в режиме оси C пропадает сигнал servo ON, то подача останавливается и активируется режим шпинделя).

(4) Если поступает сигнал servo ON во время вращения шпинделя, то происходит останов вращения шпинделя и переход в режим оси C.

(5) Для оси C невозможен выход в исходную точку со сторожевым устройством.
В параметрах (параметры шпинделя, SP129 bitE: 0) установите возврат в референтную позицию на "метод ориентации" или настройте ось на "Ось без референтной позиции (нулевой точки)" (параметры возврата в нулевую точку "#2031 noref: 1").

10.5 Многошпиндельное управление

Принцип действия и назначение

Многошпиндельное управление − это функция, используемая для управления вспомогательным шпинделем в станке, оснащенном главным шпинделем (1-м шпинделем) и вспомогательным шпинделем (шпиндели от 2-го до 4-го).

Многошпиндельное управление II: (ext36/бит 0 = 1)	Управление по внешнему сигналу (сигнал выбора команды шпинделя, сигнал выбора шпинделя) и по команде управления шпинделем (только [S***** ;]) и т. п. Использование команды выбора шпинделя [S○ =*****;] невозможно.

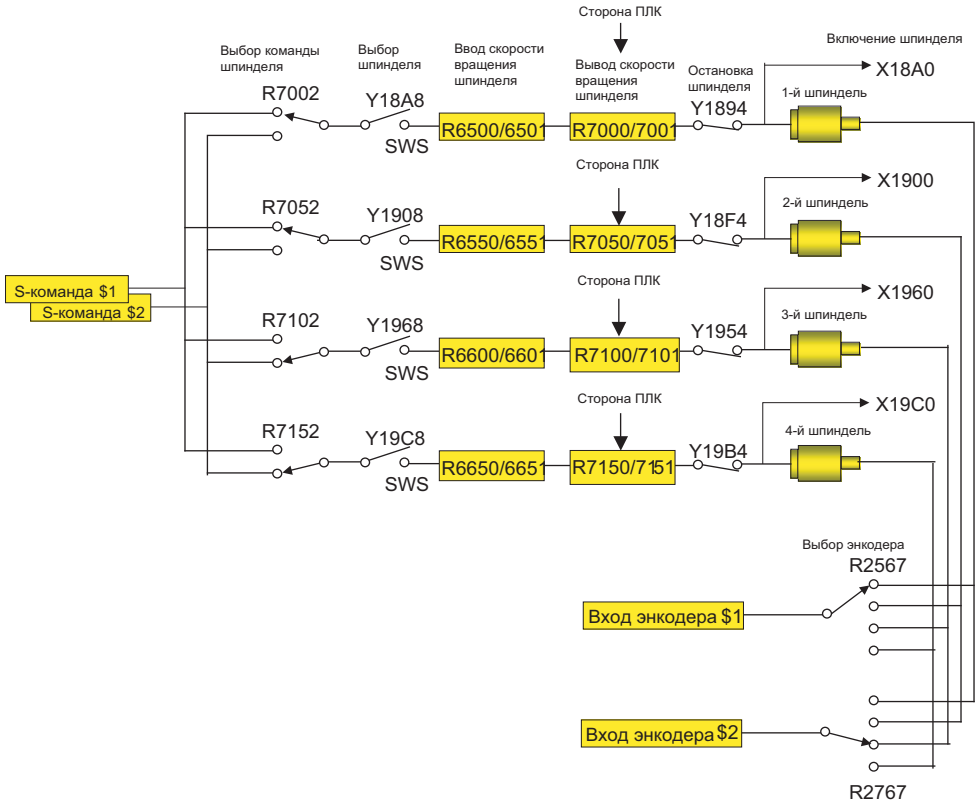
10.5.1 Многошпиндельное управление II

Принцип действия 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.

Подробное описание

(1) Выбор команды шпинделя, выбор шпинделя
При включении сигнала выбора шпинделя (SWS) со стороны контроллера, на выбранный шпиндель выводится S-команда в качестве команды скорости вращения. 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, какая частичная система будет отдавать команду S для каждого шпинделя.



(Примечание) Смотри инструкцию по интерфейсу PLC устройства для получения подробной информации по каждому сигналу

Связь с другими функциями

(1) Настройка фиксированной скорости шпинделя (G92)
Эта настройка действительна только для шпинделя, выбранного с помощью сигнала выбора шпинделя (SWS).
Шпиндель, не выбранный с помощью сигнала выбора шпинделя (SWS), сохраняет ту скорость, с которой он вращался до отмены.
(Предельная скорость шпинделя задается при помощи команды G92.)

(2) Управление постоянной скоростью резания
Управление постоянной скоростью резания можно применить ко всем шпинделям.
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 с помощью сигнала выбора шпинделя (SWS), сохраняет ту скорость, с которой он вращался до отмены.

(3) Нарезание резьбы / синхронная подача
Резьба нарезается шпинделем, выбранным с помощью сигнала выбора шпинделя (SWS). При этом используется обратная связь энкодера, выбранного при помощи сигнала выбора энкодера.

(4) Синхронное нарезание резьбы метчиками
Шпиндель синхронного нарезания резьбы метчиками выбирается сигналом выбора шпинделя (SWS).
Прежде чем подавать команду синхронного нарезания резьбы метчиками, выберите шпиндель синхронного нарезания резьбы метчиками. Не изменяйте сигнал выбора шпинделя для синхронного нарезания резьбы метчиками во время режима синхронного нарезания резьбы метчиками.
Если команда режима оси C задана для шпинделя синхронного нарезания резьбы метчиками, возникает ошибка операции "M01 operation error 1026". При отмене команды оси C, производится отмена ошибки, после чего обработка продолжается. Если команда полигональной обработки задана для шпинделя синхронного нарезания резьбы метчиками, возникает ошибка операции "M01 operation error 1026". При отмене команды полигонной обработки, производится отмена ошибки, после чего обработка продолжается.

(5) Асинхронное нарезание резьбы метчиками
Шпиндель асинхронного нарезания резьбы метчиками выбирается с помощью сигнала выбора шпинделя (SWS).
Прежде чем подавать команду нарезания резьбы метчиком, выберите шпиндель асинхронного нарезания резьбы метчиками. Чтобы изменить выбор шпинделя для асинхронного нарезания резьбы метчиками, введите запрос расчета. Не изменяйте сигнал выбора шпинделя для асинхронного нарезания резьбы метчиками во время режима асинхронного нарезания резьбы метчиками.

(6) Отвод при нарезании резьбы метчиком
Шпиндель отвода при нарезании резьбы метчиком выбирается с помощью сигнала выбора шпинделя (SWS).
Прежде чем включать сигнал отвода при нарезании резьбы, выберите шпиндель, для которого выполнение цикла нарезания резьбы метчиком остановлено. 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) Если действует многошпиндельное управление II, команды "S1 =***" и "S2 =***" недействительны. Возникает ошибка программы (P33).
(5) Выходной сигнал переключения передачи шпинделя (GR1/GR2) не выводится, если активно управление несколькими шпинделями II.

11

Функции инструмента (T-команда)

11.1 Функции инструмента (Т с 8 разрядами в двоично-десятичном формате)

Принцип действия и назначение

Функции инструмента, называемые также "Т-функции", служат для указания номеров инструментов. Для них используется адрес Т и следующее за ним 8-разрядное число. В одном кадре этот адрес может быть применен только один раз.
Выходными сигналами являются 8-разрядный двоично-десятичный сигнал и пусковой сигнал. Т-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.

(1) Т-функция выполняется после завершения движения.
(2) Функция Т выполняется одновременно с командой движения.

Последовательность отработки и выполнения справедлива для всех команд Т.

12

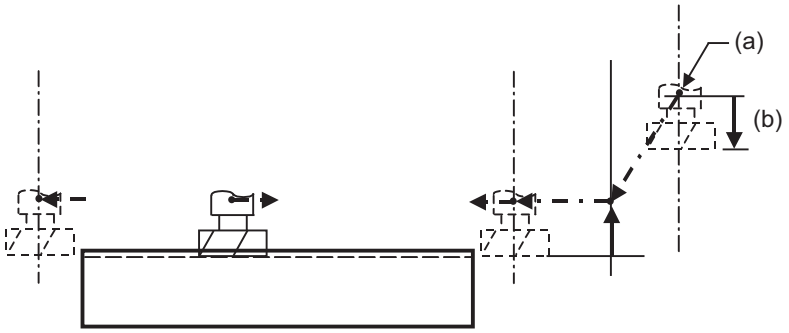
Функции компенсации инструмента

12.1 Коррекция на инструмент

Принцип действия и назначение

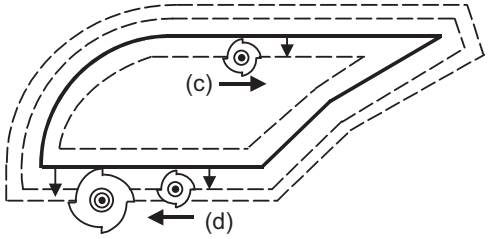
Базовая функция компенсации инструмента включает в себя компенсацию длины инструмента и компенсацию радиуса инструмента. Каждой величине компенсации присваивается номер компенсации инструмента. Каждая величина компенсации вводится оператором с блока настройки и индикации или из программы.

Компенсация длины инструмента



(Вид сбоку)

Коррекция на радиус резца



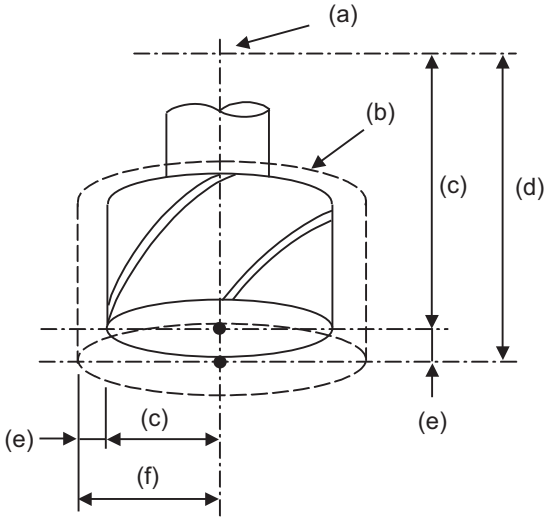
(Вид сверху)

(a) референтная позиция (b) длина инструмента (c) правая компенсация (d) левая компенсация

Память компенсации инструмента

Имеются два типа памяти для настройки и выбора величины компенсации инструмента.
(Используемый тип определяется спецификациями изготовителем станка.)
Величины компенсации предустанавливаются с помощью блока настройки и индикации.
Если параметр "#1037 cmdtyp" установлен на "1", то выбран тип "1". Если этот параметр установлен на "2", выбран тип "2".

Тип памяти компенсации инструмента	Классификация компенсации длины, компенсации радиуса	Классификация компенсации формы, компенсации износа
Тип 1	не применимо	не применимо
Тип 2	применимо	применимо



(a) референтная позиция
(b) эталонный инструмент
(c) форма
(d) компенсация длины инструмента
(e) величина износа
(f) компенсация радиуса инструмента

Тип 1

Как это показано в следующей таблице, одна величина компенсации соответствует одному номеру компенсации. Таким образом, номера компенсации представляют собой общие номера, не привязанные к какому-либо определенному виду компенсации (компенсации длины инструмента, компенсации радиуса инструмента, компенсации формы или компенсации износа).

(D1) = a1, (H1) = a1
(D2) = a2 , (H2) = a2
: :
(Dn) = an, (Hn) = an

Номер коррекции	Величина коррекции
1	a1
2	a2
3	a3
:	:
:	:
n	an

Тип 2

Величину компенсации формы, соответствующую длине инструмента, величину компенсации износа, величину компенсации формы, соответствующую радиусу инструмента, и величину компенсации износа можно настроить независимо для одного номера компенсации, как это показано ниже.

Величина компенсации длины инструмента устанавливается с помощью адреса H, а величина компенсации радиуса инструмента − с помощью адреса D.

(H1) = b1 + c1, (D1) = d1 + e1
(H2) = b2 + c2, (D2) = d2 + e2
: :
(Hn) = bn + cn, (Dn) = dn + en

Номер коррекции	Длина инструмента (H)		Радиус инструмента (D) / (компенсация позиции)	
	Величина компенсации формы	Величина компенсации износа	Величина компенсации формы	Величина компенсации износа
1	b1	c1	d1	e1
2	b2	c2	d2	e2
3	b3	c3	d3	e3
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
n	bn	cn	dn	en

⚠ ВНИМАНИЕ

1. Если величина компенсации инструмента изменена во время автоматической работы (в том числе во время покадрового останова), то она активируется со следующего кадра или нескольких кадров.

Номер компенсации инструмента (H/D)

Этот адрес обозначает номер компенсации инструмента

(1) "H" используется для компенсации длины инструмента, а "D" − для компенсации позиции инструмента и компенсации радиуса инструмента.

(2) Однажды указанный номер компенсации инструмента не изменяется до тех пор, пока не будет указан новый адрес H или D.

(3) В одном кадре номер компенсации можно задать один раз. (Если заданы два или более номеров, действует последний из них.)

(4) Максимально возможное количество наборов компенсации различается в зависимости от станка. Для 40 наборов: Используются номера от H01 до H40 (от D01 до D40).

(5) При указании большего номера возникает ошибка программы (P170).

(6) Ниже указаны диапазоны настройки для каждого номера. Величина компенсации для каждого номера компенсации вводится с помощью блока настройки и индикации.

Настройка	Величина компенсации формы		Величина компенсации износа	
	Метрическая система	Дюймовая система	Метрическая система	Дюймовая система
#1003 = B	±99999.999 (мм)	±9999.9999 (дюймов)	±99999.999 (мм)	±9999.9999 (дюймов)
#1003=C	±99999.9999 (мм)	±9999.99999 (дюймов)	±99999.9999 (мм)	±9999.99999 (дюймов)
#1003=D	±99999.99999 (мм)	±9999.999999 (дюймов)	±99999.99999 (мм)	±9999.999999 (дюймов)
#1003=E	±99999.999999 (мм)	±9999.9999999 (дюймов)	±99999.999999 (мм)	±9999.9999999 (дюймов)

12.2 Компенсация длины инструмента / Отмена компенсации длины инструмента ; G43,G44/G49

Принцип действия и назначение

С помощью этой команды можно скомпенсировать (на предустановленную величину) конечную позицию команды движения для каждой оси. Устанавливая текущее отклонение длины инструмента, определяемое программой, как величину компенсации с использованием этой функции, программе можно придать непрерывность.

Формат команды

G43 Zz Hh ; ... Запуск компенсации длины инструмента +

G44 Zz Hh ; ... Запуск компенсации длины инструмента -

G49 Zz ; ... Отмена компенсации длины инструмента

Подробное описание

Величина перемещения при компенсации длины инструмента

Если задана команда G43 или G44 компенсации длины инструмента или команда G49 отмены компенсации длины инструмента, величина перемещения рассчитывается по следующим формулам.

	Величина перемещения оси Z	
G43 Zz Hh1	; z +(lh1)	Компенсация в направлении "+" на величину компенсации инструмента
G44 Zz Hh1	; z -(lh1)	Компенсация в направлении "−" на величину компенсации инструмента
G49 Zz ;	; z -(+)(lh1)	Отмена величины компенсации

lh1; величина компенсации для номера компенсации h1

Вне зависимости от режима задания (абсолютная или инкрементная команда), текущая конечная точка будет точкой, скомпенсированной на величину компенсации, указанную для запрограммированной координаты конечной точки команды движения.
Режим G49 (отмена компенсации длины инструмента) устанавливается при включении питания или

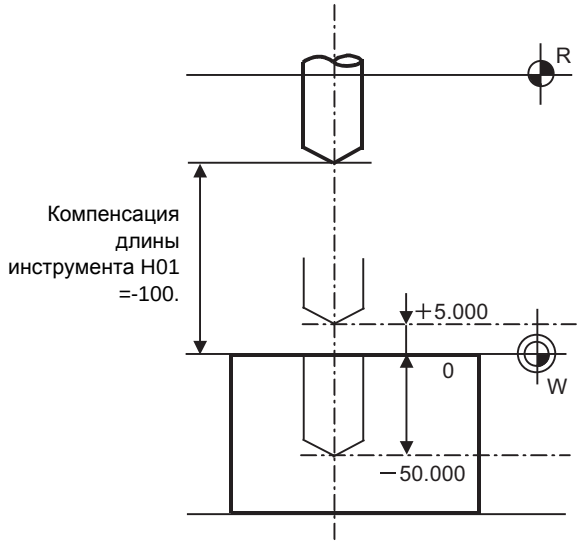
выполнении команды M02.

(Пример 1) Для абсолютного задания H01 =-100000

```
N1 G28 Z0 T01 M06 ;
N2 G90 G92 Z0 ;
N3 G43 Z5000 H01 ;
N4 G01 Z-50000 F500 ;
```

(Пример 2) Для инкрементного задания H01 =-100000

```
N1 G28 Z0 T01 M06 ;
N2 G91 G92 Z0 ;
N3 G43 Z5000 H01 ;
N4 G01 Z-55000 F500 ;
```

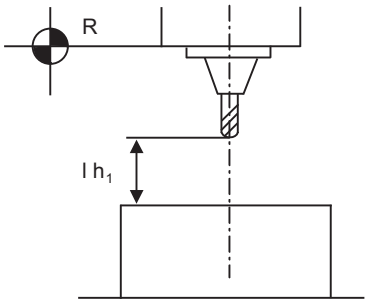


Номер коррекции

(1) Величина компенсации различается в зависимости от типа компенсации.

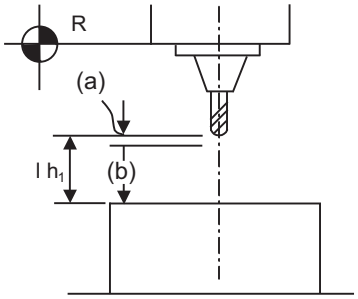
Тип 1

G43 Hh1;
При задании вышеприведенной команды применяется общая величина компенсации lh1, заданная по номеру компенсации h1, без привязки к определенному типу компенсации (компенсация длины инструмента, компенсации радиуса инструмента, компенсация формы или компенсации износа).



Тип 2

G43 Hh1;
При задании вышеприведенной команды величина компенсации lh1, заданная по номеру компенсации h1, применяется следующим образом.
lh1: компенсация формы (b) + компенсация износа (a)



(2) Действительный диапазон номера компенсации различается в зависимости от спецификаций количества наборов компенсации).

(3) Если указанный в команде номер компенсации превышает диапазон спецификации, возникает ошибка программы (P170).

(4) Если указан адрес H0, применяется отмена длины инструмента.

(5) Номер компенсации, заданный в одном и том же кадре с командой G43 или G44, действует в отношении следующих модальных команд.
(Пример 3)
G43 Zz1 Hh1 ;Выполняется компенсация длины инструмента на основе h1.
:
G45 Xx1 Yy1 Hh6 ;
:
G49 Zz2 ; ..... Компенсация длины инструмента отменяется.
:
G43 Zz2 ; ..... Еще раз выполняется компенсация длины инструмента h1.
:

(6) Если команда G43 задана во время модального действия другой команды G43, выполняется компенсация на разность между данными номеров компенсации.
(Пример 4)
G43 Zz1 Hh1 ; ..... Соответствует движению z1 + (lh1).
:
G43 Zz2 Hh2 ; ..... Соответствует движению z2+(lh2-lh1).
:
То же самое относится к задании команды G44 во время модального действия команды G44.

Ось, в отношении которой действует компенсация длины инструмента

(1) Если параметр "#1080 Dril_Z" установлен на "1", то компенсация длины инструмента всегда применяется к оси Z.

(2) Если параметр "#1080 Dril_Z" установлен на "0", то компенсируемая ось зависит от адреса оси, заданного в одном и том же кадре с командой G43. При этом действуют следующие приоритеты.
Zp > Yp > Xp
(пример 5)
G43 Xx1 Hh1 ; ..... компенсация "+" оси X
:
G49 Xx2 ;
:
G44 Yy1 Hh2 ; ..... компенсация "−" оси Y
:
G49 Yy2 ;
:
G43 αα1 Hh3 ;..... компенсация "+" дополнительной оси
:
G49 αα1 ;
:
G43 Xx3 Yy3 Zz3 ;..... Компенсация применяется к оси Z
:
G49 ;
Обработка дополнительной оси зависит от параметров "#1029...1031 aux_I, J и K". Если команда компенсации длины инструмента задается для поворотной оси, установите для одной из параллельных осей название поворотной оси.

(3) Если в кадре с командой G43 отсутствует адрес H (номер компенсации), действует ось Z.
(Пример 6)
G43 Hh1 ;..... Компенсация и ее отмена для оси X
:
G49 ;

Движение во время других команд при модальном действии компенсации длины инструмента

(1) Если с помощью команды G28 в ручном режиме выполняется возврат в референтную точку, то по окончании возврата в референтную точку компенсация длины инструмента отменяется.
(Пример 7)
G43 Zz1 Hh1 ;
:
G28 Zz2 ; ..... Отмена при достижении референтной точки.
:
G43 Zz2 Hh2 ; (Аналогично команде G49)
:
G49 G28 Zz2 ; ..... После отмены оси Z выполняется возврат в референтную точку.

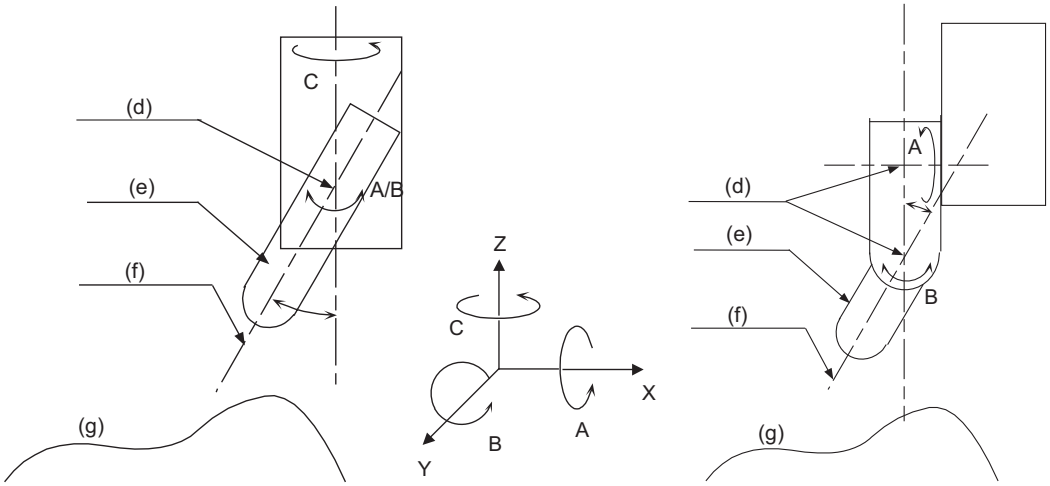
(2) Команда движения задается в отношении системы координат станка G53. При отмене величины компенсации инструмента ось перемещается в позицию станка.
Если возврат происходит в системе координат детали G54...G59, то координаты позиции возврата смещены на величину компенсации инструмента.

12.3 Компенсация длины инструмента в направлении его оси ; G43.1/ G49

Принцип действия и назначение

(1) При компенсации длины инструмента эта команда изменяет направление оси инструмента и величину компенсации
Длину инструмента можно компенсировать в направлении оси инструмента, даже если поворотная ось поворачивается и направление оси инструмента становится отличным от направления оси Z. Установив отклонение между длиной инструмента, определенной в программе, и текущей длиной инструмента в качестве величины компенсации, и применяя эту функцию, программе можно придать повышенную гибкость. Эта функция особенно эффективна для программ, в которых имеется множество команд движения для поворотных осей.
Если во время режима "компенсации длины инструмента в направлении его оси" изменяется величина "компенсации длины инструмента в направлении его оси", то величину "компенсации длины инструмента в направлении его оси" можно изменить путем вращения ручного генератора импульсов.

(2) Конфигурация станка
Функция компенсации длины инструмента в направлении его оси применяется к направлению оси конца инструмента (поворотной оси).
В качестве осей, определяющих направление компенсации, можно в параметрах установить сочетание оси C (шпиндель) с поворотом оси Z, сочетание оси A с поворотом оси X или сочетание оси B с поворотом оси Y.



ось A или B | ось B или C | ось A или B

(d) центр вращения | (e) инструмент | (f) направление оси (направление компенсации) | (g) деталь

Формат команды

G43.1 X__ Y__ Z__ H__ ; ... Компенсация длины инструмента в направлении его оси

G49 X__ Y__ Z__ ; ... Отмена компенсации длины инструмента

X, Y, Z	Данные движения
H	Номер компенсации длины инструмента (Если номер компенсации превышает диапазон, предусмотренный спецификацией, возникает ошибка программы (P170).)

Подробное описание

(1) Команды G43, G44 и G43.1 относятся к одной и той же группе G-кодов. Поэтому для компенсации невозможно задать одновременно более одной из этих команд. Команда G49 служит для отмены команд G43, G44 и G43.1.

(2) Если задана команда G43.1, хотя опция компенсации длины инструмента в направлении его оси отсутствует, возникает ошибка программы (P930).

(3) Если для какой-либо из осей X, Y, Z, A или B и C, указанных в кадре с командой G43.1, не завершен возврат в референтную позицию, возникает ошибка программы (P430). Однако ошибка не возникает в следующих случаях.
- Если выбраны механические оси: ошибка не возникает в отношении осей A, B и C.
- Если параметр возврата нулевую в точку "#2031 noref" установлен на "1": Ошибка не возникает в отношении оси, для которой параметр "noref" установлен на "1", так как предполагается, что возврат этой оси в референтную позицию уже завершен.

Изменение величины компенсации длины инструмента в направлении его оси

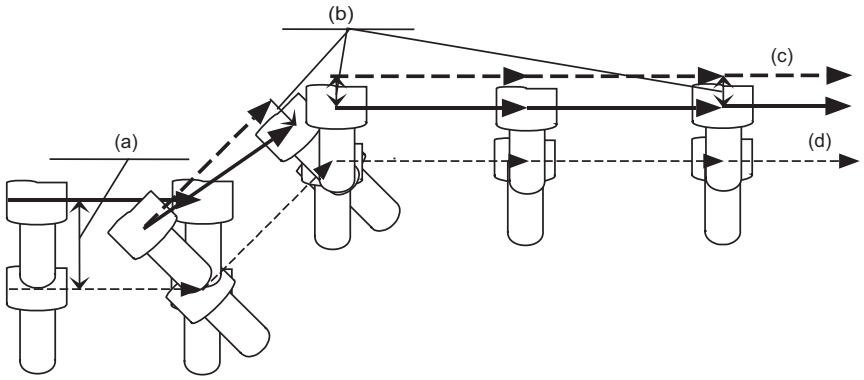
(1) Если выполнены следующие условия, к величине компенсации длины инструмента в направлении его оси добавляется ручная величина, установленная с помощью ручного генератора импульсов.
- Если действует режим MDI, режим чтения из памяти или режим чтения с перфоленты и имеет место состояние "во время покадрового останова", "во время удержания подачи" или "во время движения на подаче резания". Учитывайте, что при наличии сообщения об ошибке или предупреждения изменение величины компенсации не возможно.
- Во время компенсации длины инструмента в направлении его оси (G43.1).
- В режиме изменения величины компенсации длины инструмента в направлении его оси (YC92/1).
- В режиме ручной подачи инструмента маховичком и режиме прерывания (YC5E/1).
- Если в качестве оси, управляемой маховичком, выбрана 3-я ось (ось инструмента).

(2) Если изменяется номер компенсации, величина изменения отменяется.

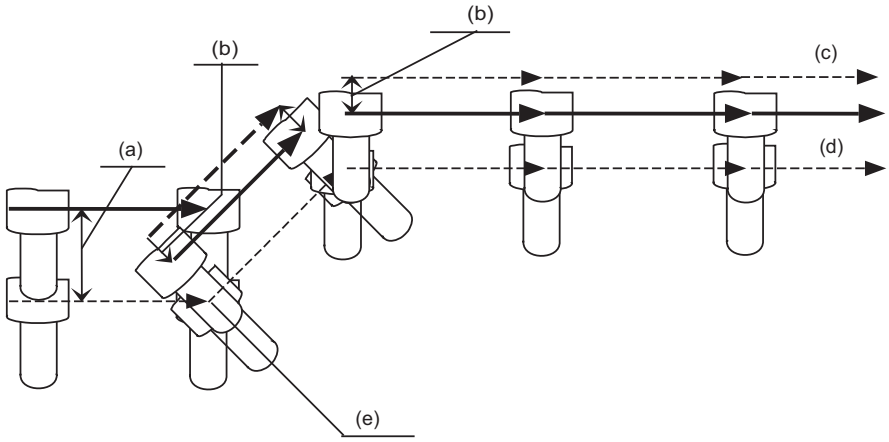
(Примечания 1)При "компенсации длины инструмента в направлении его оси" изменения координат осуществляются аналогично тому, как это происходит при ручном абсолютном задании, вне зависимости от состояния ручного выключателя абсолютного задания (YC28) или параметра спецификации базовой оси "#1061 intabs".

(Примечания 2)Если величина компенсации изменяется во время непрерывной работы, покадрового останова или удержания подачи, то новая величина компенсации начинает действовать сразу, со следующего кадра.

(Пример) Если величина компенсации изменяется во время непрерывной работы.



(пример) Если величина компенсации изменяется во время покадрового останова.



(a) величина компенсации перед изменением

(b) измененная величина компенсации

(c) траектория после компенсации

(d) запрограммированная траектория

(e) покадровый останов

(Примечания 3)При изменении величины компенсации изменяется величина компенсации, соответствующая текущему номеру компенсации. Однако при сбросе ЧПУ или отмене "компенсации длины инструмента в направлении его оси" (G49) восстанавливается первоначальная величина компенсации.

Вектор компенсации длины инструмента в направлении его оси

Векторы компенсации длины инструмента в направлении его оси можно вычислить следующим образом.

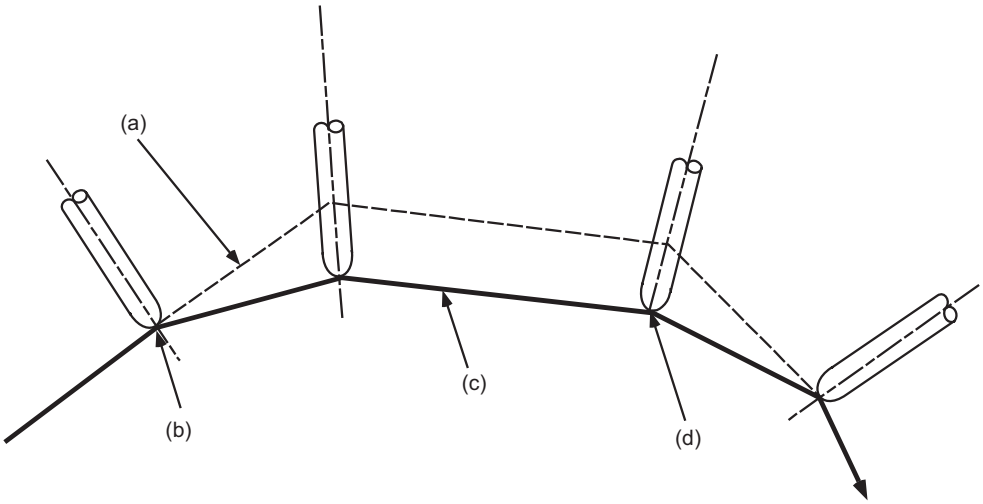
(1) Если в качестве поворотных осей установлены оси A и C:

Vx = L * sin(A) * sin(C)
Vy = -L * sin(A) * cos(C)
Vz = L * cos(A)

(2) Если в качестве поворотных осей установлены оси B и C:

Vx = L * sin(B) * cos(C)
Vy = L * sin(B) * sin(C)
Vz = L * cos(B)

Vx, Vy, Vz : Векторы "компенсации длины инструмента в направлении его оси" для осей X, Y и Z
L : величина компенсации длины инструмента (1h)
A, B, C : угол поворота (позиция координаты станка) осей A, B и C



(a) траектория после компенсации длины инструмента в направлении его оси
(b) команда G43.1
(c) запрограммированная траектория
(d) команда G49

(3) Команда угла поворотной оси

Значение, используемое для угла поворотной оси (оси наконечника инструмента) различается в зависимости от типа вовлеченной поворотной оси.
Если используются сервооси:
для углов поворота осей A, B и C используется позиция в координатах станка.
Если используются механические оси:
Вместо позиции осей в координатах станка, для углов поворота осей A, B и C используются значения, считанные из регистров R (R2628...R2631).

Сброс величины компенсации

Компенсация длины инструмента в направлении его оси сбрасывается в следующих случаях.

(1) Если завершен ручной возврат в референтную позицию.
(2) Если выполнен "сброс 1", "сброс 2" или "сброс и обратная перемотка".
(3) Если задана команда G49.
(4) Если задана команда с номером смещения 0.
(5) Если выполнен сброс ЧПУ при настройке базового системного параметра "#1151 rstint" на "1".
(6) Если в то время, когда всё еще действует компенсация, задается команда G53, компенсация временно отменяется и инструмент движется в позицию станка, указанную командой G53.

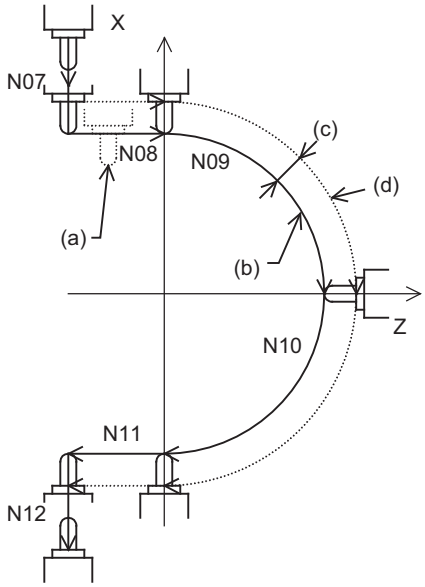
Пример программы

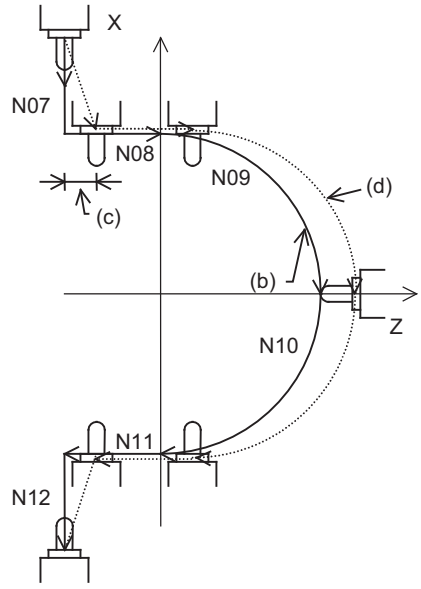
Пример обработки дуги на станке

Ниже приведен пример программы для обработки прямой линии -> дуги -> дуги -> прямой линии с помощью поворотных осей B и C в плоскости ZX.

Программа обработки

N01 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;	Величина компенсации H01 = 50 мм
N02 G28 B0 C0 ;	
N03 G90 G54 G00 X400. Y0 ;	
N04 Z-150. ;	
N05 B90. ;	Ось B: 90°
N06 G18 ;	
N07 G43.1 X250. H01 ;	Компенсация длины инструмента в направлении его оси включена
N08 G01 Z0 F200 ;	
N09 G02 X0 Z250. I-250. K0 B0 ;	Верхняя правая дуга, ось B: 0°
N10 G02 X-250. Z0 I0 K-250. B-90. ;	Нижняя правая дуга, ось B: -90°
N11 G01 Z-150. ;	
N12 G00 G49 X-400. ;	Выключение компенсации длины инструмента в направлении его оси
N13 G91 G28 B0 C0 ;	
N14 G28 X0 Y0 Z0 ;	
N15 M02 ;	





(a) инструмент без компенсации
(b) запрограммированная траектория
(c) величина компенсации длины инструмента
(d) траектория после компенсации

Связь с другими функциями

Взаимосвязь с трехмерным преобразованием координат

(1) Если во время компенсации длины инструмента в направлении его оси выполняется трехмерное преобразование координат, возникает ошибка программы (P931).
(2) Если во время трехмерного преобразования координат компенсируется длина инструмента в направлении его оси, возникает ошибка программы (P921).
(3) Если компенсация длины инструмента в направлении его оси задана в одном и том же кадре с трехмерным преобразованием координат, возникает ошибка программы (P923).

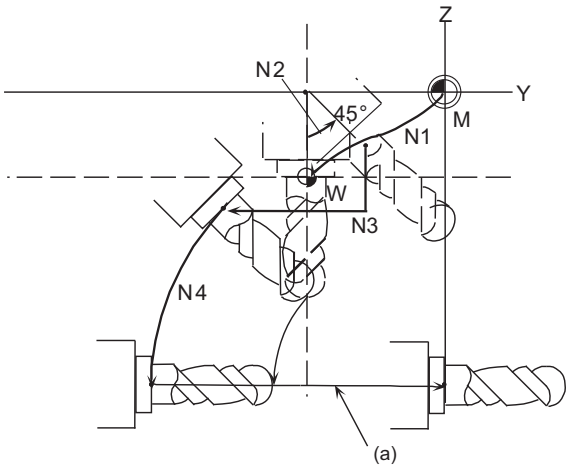
Взаимосвязь с автоматическим возвратом в референтную позицию

(1) Если во время компенсации длины инструмента в направлении его оси задана одна из команд G27...G30, возникает ошибка программы (P931).

Взаимосвязь с ручным возвратом в референтную позицию

(1) Возврат в референтную позицию для ортогональной оси
Отменяется "компенсация длины инструмента в направлении его оси", а также возврат в референтную позицию на основе сигнала DOG и высокоскоростной возврат в референтную позицию.

<Ручной возврат оси Y в референтную точку>

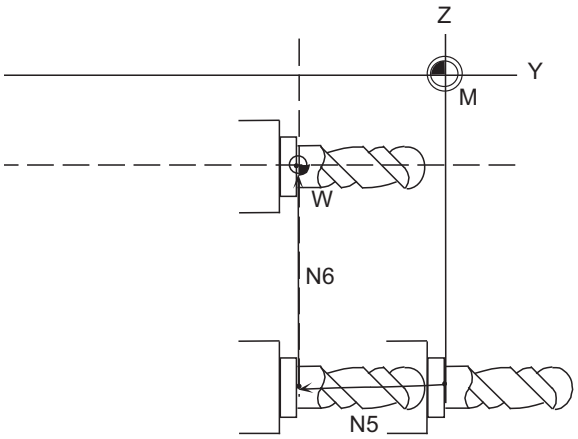


N1 G90 G00 G54 X0 Y0 Z0 ;
Позиционирование к началу координат детали
N2 G00 A45. ;
Поворот поворотной оси на 45°
N3 G43.1 H1 ;
Компенсация длины инструмента в направлении его оси включена
N4 G19 G03 Y-5.858 Z-14.142 J14.142 K-14.142 A90. ;
Резание по окружности

Ручной возврат в референтную позицию на основе сигнала DOG (a)

N5 G00 Y0. ;
N6 Z0. ;
:
:

<Движение после ручного возврата оси Y в референтную позицию>

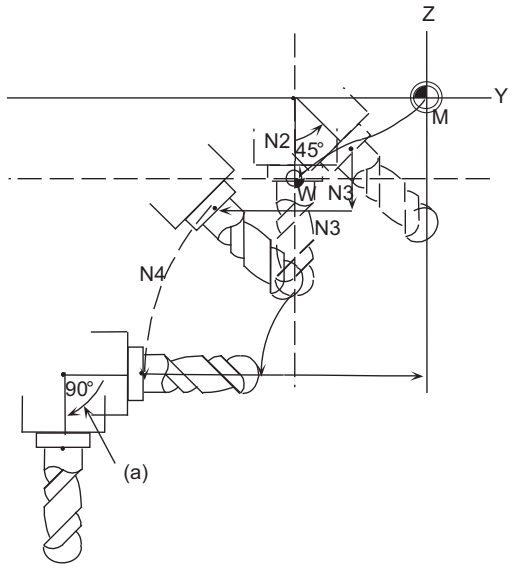


N5 G00 Y0. ;
-> Позиционирование в позицию, в которой компенсация длины инструмента в направлении его оси была отменена.

N6 Z0.
-> Позиционирование в позицию, в которой компенсация длины инструмента в направлении его оси была отменена.

(2) Возврат в референтную позицию для поворотной оси
Отменяется компенсация длины инструмента в направлении его оси, а также возврат в референтную позицию на основе сигнала DOG и высокоскоростной возврат в референтную позицию.

<Ручной возврат оси A в референтную позицию>

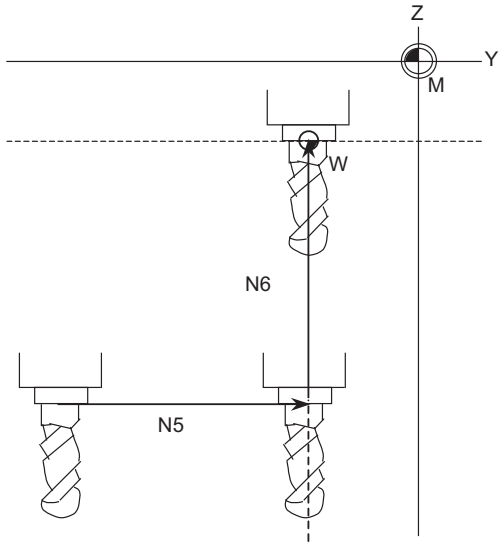


N1 G90 G00 G54 X0 Y0 Z0 ;
Позиционирование к началу координат детали
N2 G00 A45. ;
Поворот поворотной оси на 45°
N3 G43.1 H1 ;
Компенсация длины инструмента в направлении его оси включена
N4 G19 G03 Y-5.858 Z-14.142 J14.142 K-14.142 A90. ;
Резание по окружности

Ручной возврат в референтную позицию на основе сигнала DOG (a)

N5 G00 Y0. ;
N6 Z0. ;
:
:

<Движение после ручного возврата оси A в референтную позицию>



N5 G00 Y0. ;
Позиционирование в позицию, в которой компенсация длины инструмента в направлении его оси была отменена.
N6 Z0. ;
Позиционирование в позицию, в которой компенсация длины инструмента в направлении его оси была отменена.
:
:

Взаимосвязь с графической проверкой

(1) Функция графической проверки вычерчивает траекторию после компенсации.

12.4 Компенсация радиуса инструмента ; G38,G39/G40/G41,G42

Принцип действия и назначение

Эта функция компенсирует радиус инструмента. Эта компенсация выполняется в направлении произвольного вектора на величину радиуса инструмента, выбранного G-командой (G38...G42) и D-командой.

Формат команды

G40 X__Y__; ... Отмена коррекции радиуса резца

G41 X__Y__; ... Коррекция радиуса резца (левая)

G42 X__Y__; ... Коррекция радиуса резца (правая)

G38 I__J__; ... Изменение или удержание вектора компенсации (задание возможно только во время режима компенсации радиуса)

G39 X__Y__; ... Переключение на углу детали (задание возможно только во время режима компенсации радиуса)

Подробное описание

Количество наборов для компенсации различается в зависимости от спецификации станка. (Суммарное количество наборов для компенсации длины инструмента, смещения позиции инструмента и компенсации радиуса инструмента)
Во время компенсации радиуса инструмента H-команда игнорируется. Действует только D-команда.
Компенсация выполняется в плоскости, указанной G-кодом выбора плоскости или адресами 2 осей. Иные оси кроме осей, содержащихся в указанной плоскости, и осей, параллельных указанной плоскости, компенсацией не затрагиваются. Более подробную информацию о выборе плоскости с помощью G-кода см. в разделе "Выбор плоскости".

12.4.1 Операция компенсации радиуса инструмента

Подробное описание

Режим отмены компенсации радиуса инструмента

Режима отмены компенсации радиуса инструмента устанавливается при наличии какого-либо из следующих условий.

(1) После включения питания
(2) После нажатия кнопки сброса на панели оператора
(3) После выполнения команды M02 или M30 с функцией сброса
(4) После задания команды отмены корректировки (G40)

В режиме отмены компенсации векторы компенсации равны нулю, а траектория точки вершины инструмента совпадает с запрограммированной траекторией.
Программы, содержащие компенсацию радиуса инструмента, должны завершаться в режиме отмены компенсации.

Начало компенсации радиуса инструмента (запуск)

Компенсация радиуса инструмента начинается, если в режиме отмены компенсации выполнены все следующие условия.

(1) После команды G41 или G42 задана команда движения.
(2) Номер смещения компенсации радиуса инструмента: 0 < D < = макс. номер смещения
(3) Задана команда движения позиционирования (G00) или линейной интерполяции (G01).

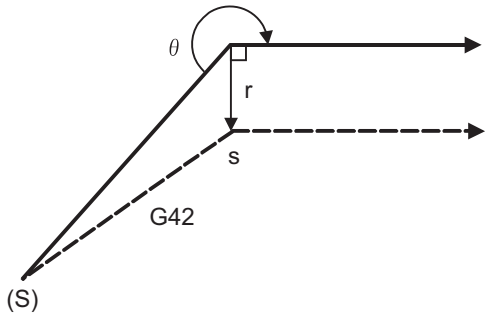
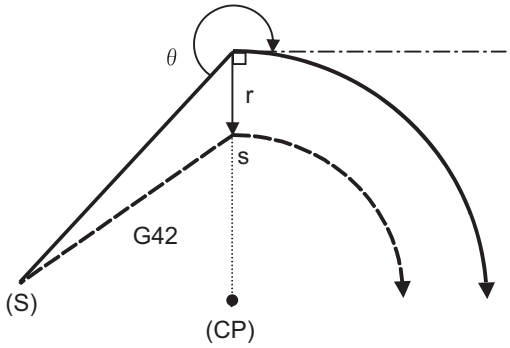
И при непрерывном, и при покадровом режиме работы компенсация всегда запускается после считывания трех кадров. Если в трех кадрах нет никакой команды движения, то предварительно считываются максимум пять кадров подряд.
В режиме компенсации также предварительно считываются до 5 кадров и компенсация выполняется арифметически.

[Диаграмма состояния управления]

Имеются два способа запуска компенсации: Тип "A" и тип "B".
Тип можно выбрать с помощью бита 2 параметра "#8157 Radius comp type B ".
Этот тип, как правило, используется с типом отмены коррекции.

Запуск операции компенсации радиуса инструмента

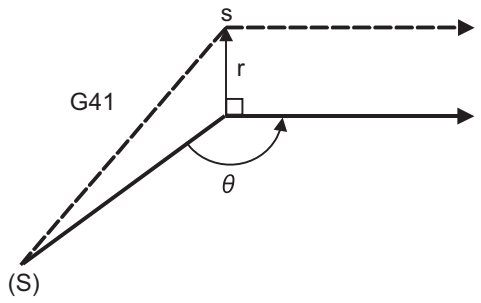
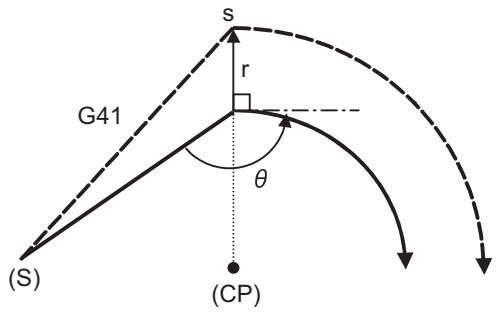
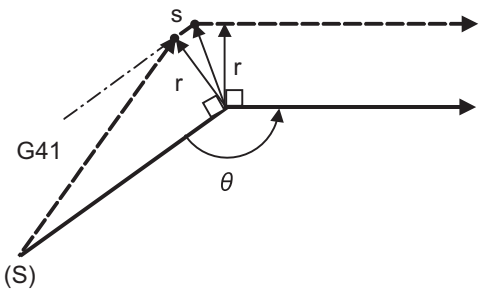
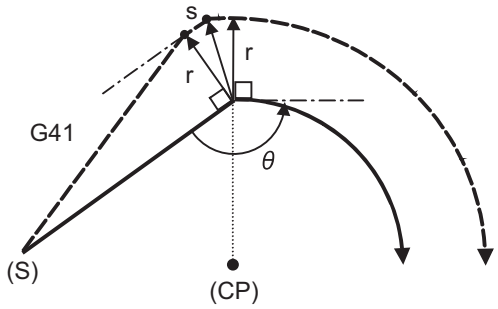
(1) Обработка внутреннего угла

Прямая -> прямая	Прямая -> дуга
	

(S) начальная точка (CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

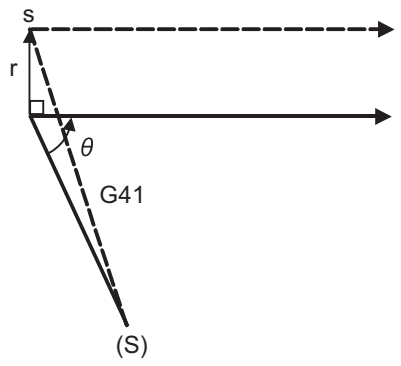
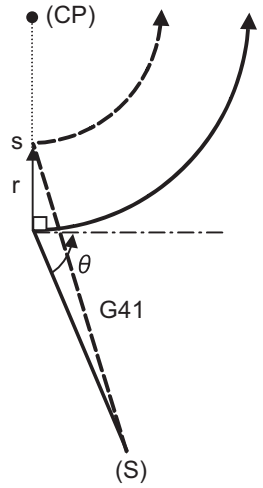
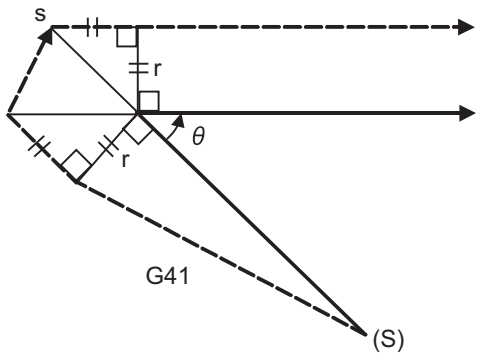
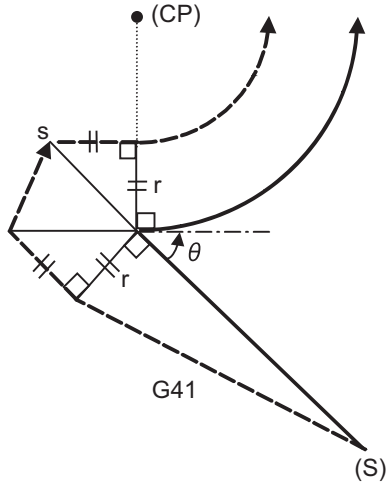
(2) Обработка наружного угла детали (тупой угол) [90° < = θ < 180°]

Прямая -> прямая (тип A)	Прямая -> дуга (тип A)
	
Прямая -> прямая (тип B)	**Прямая -> дуга (тип B)**
	

(S) начальная точка (CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

(3) Обработка наружного угла детали (острый угол) [θ < 90°]

Прямая -> прямая (тип A)	Прямая -> дуга (тип A)
	
Прямая -> прямая (тип B)	**Прямая -> дуга (тип B)**
	

(S) начальная точка (CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

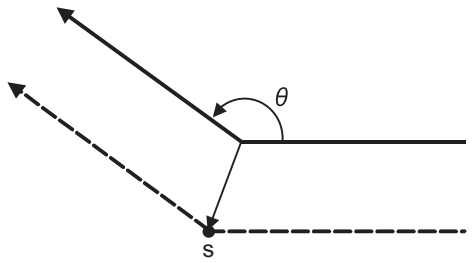
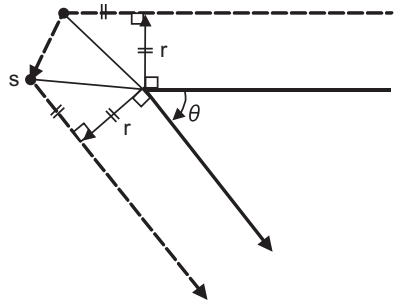
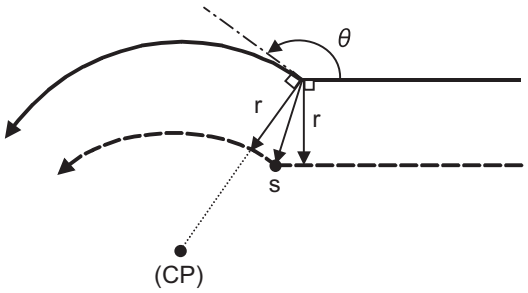
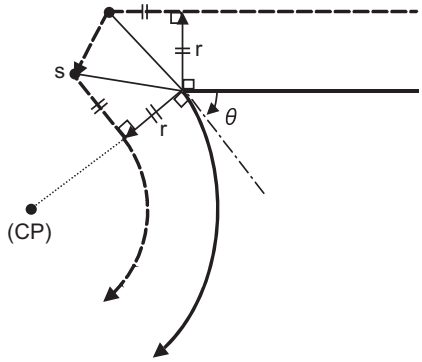
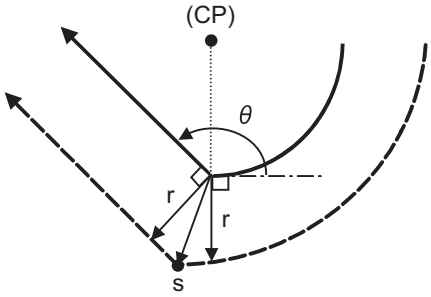
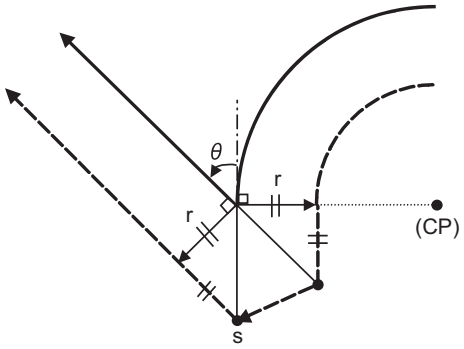
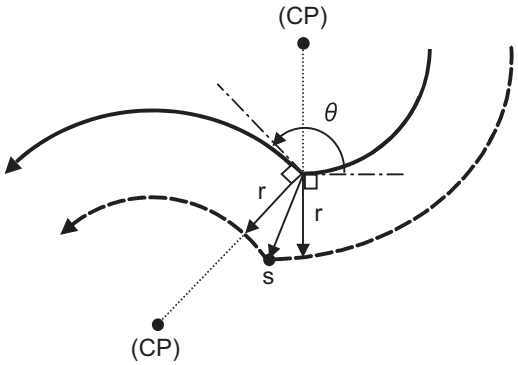
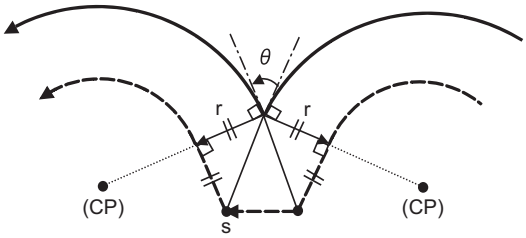
Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

(Примечания 1)Если в одном и том же кадре с командами G41 или G42 не имеется никакой команды движения оси, компенсация выполняется перпендикулярно к направлению следующего кадра.

Работа в режиме компенсации

Рассчитывается скомпенсированная траектория центра инструмента на основе запрограммированной линейной или круговой траектории (G00, G01, G02, G03).
Если в режиме компенсации задана та же команда компенсации (G41, G42), эта команда игнорируется.
Если в режиме компенсации заданы 4 или более кадров без команды движения подряд, происходит чрезмерное или недостаточное снятие материала.
Если во время компенсации радиуса инструмента задана команда M00, предварительное считывание запрещается.

(1) Обработка наружного угла

Прямая -> прямая (90°< = θ < 180°)	Прямая -> прямая (0° < θ < 90°)
	
Прямая -> дуга (90° < = θ < 180°)	**Прямая -> дуга (0° < θ < 90°)**
	
Дуга -> прямая (90° < = θ < 180°)	**Дуга -> прямая (0° < θ < 90°)**
	
Круговая -> круговая (90° < = θ < 180°)	**Круговая -> круговая (0° < θ < 90°)**
	

(CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

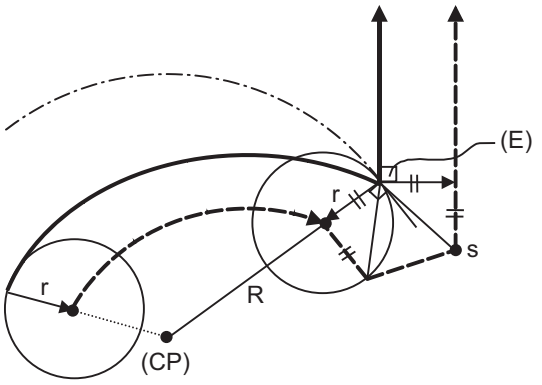
(2) Обработка внутреннего угла

Прямая -> прямая (тупой угол)	Прямая -> прямая (острый угол)
θ, r, s	θ, r, s, r
Прямая -> дуга (тупой угол)	**Прямая -> дуга (острый угол)**
θ, s, r, (CP)	(CP), θ, r, s, r
Дуга -> прямая (тупой угол)	**Дуга -> прямая (острый угол)**
θ, s, r, (CP)	(CP), θ, s, r
Круговая -> круговая (тупой угол)	**Круговая -> круговая (острый угол)**
s, r, θ, (CP), (CP)	θ, (CP), (CP), s, r

(CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

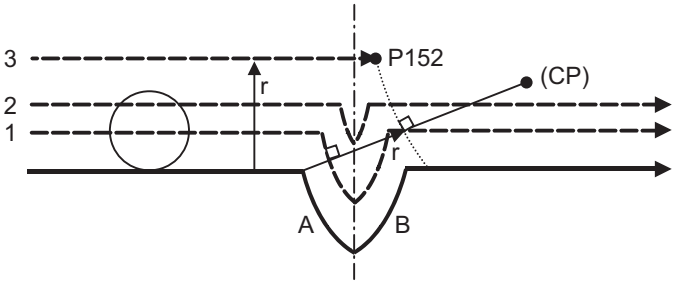
Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

(3) Если конечная точка дуги не находится на дуге
Для дуги спирали
Путь от начальной до конечной точки дуги интерполируется как дуга спирали.
Обычная круговая команда
Если ошибка после компенсации находится в пределах параметра ("#1084 RadErr"), происходит интерполяция по дуге спирали.



(E) конечная точка окружности
(CP) центр окружности
r: Величина коррекции

(4) Если внутренняя точка пересечения не существует
В случаях, подобных изображенному на рисунке ниже, в зависимости от величины компенсации точка пересечения окружностей A и B может не существовать.
В таких случаях выводится ошибка программирования (P152), после чего резец останавливается в конечной точке предыдущего кадра.
При вариантах 1 и 2 на этом рисунке обработка возможна, так как величина компенсации r мала.
В 3-м случае величина r компенсации настолько велика, что пересечение не существует и возникает ошибка программы (P152).



(CP) центр окружности
r: Величина коррекции

Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

Отмена коррекции радиуса резца

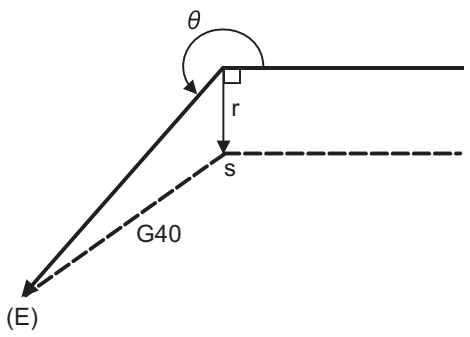
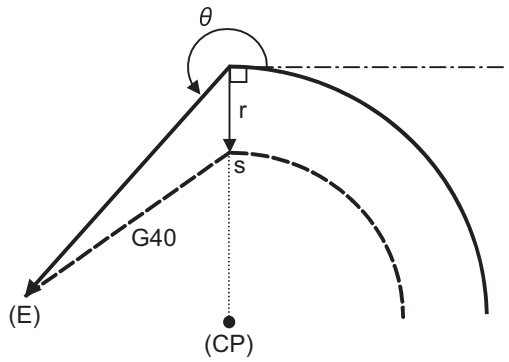
В случае выполнения одного из следующих условий в режиме коррекции радиуса резца коррекция будет отменена.
Однако командой движения должна быть круговая команда.
Если компенсация отменена круговой командой, возникает ошибка программы (P151).

(1) Задана команда G40.
(2) Выполняется компенсация номер D00.

Режим отмены устанавливается после считывания команды отмены компенсации, приостановки предварительного считывания 5 кадров и предварительного считывания одного кадра.

Операция отмены компенсации радиуса инструмента

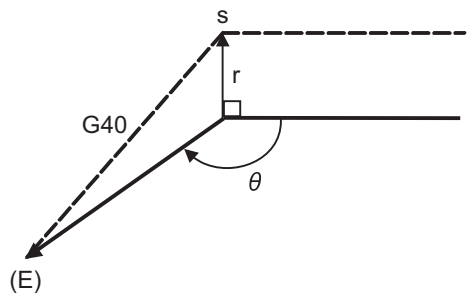
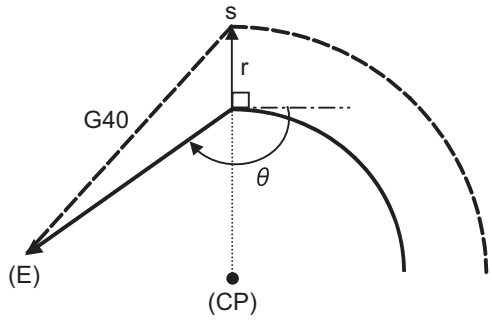
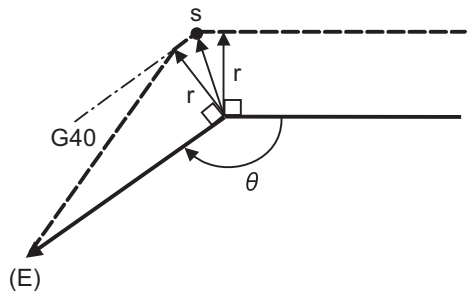
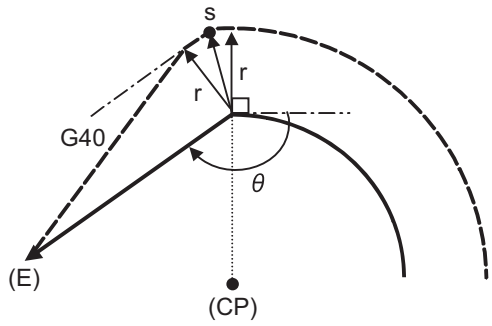
(1) Обработка внутреннего угла

Линейная -> линейная	Круговая -> линейная
	

(E) конечная точка (CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

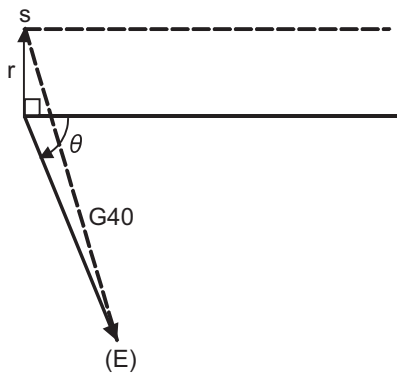
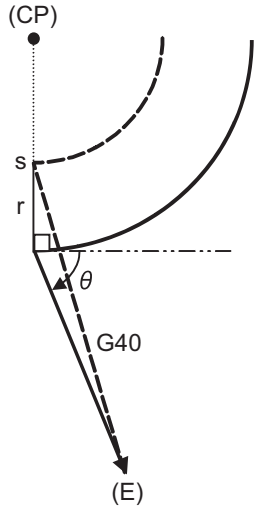
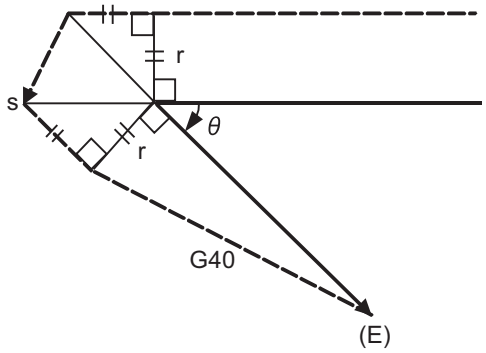
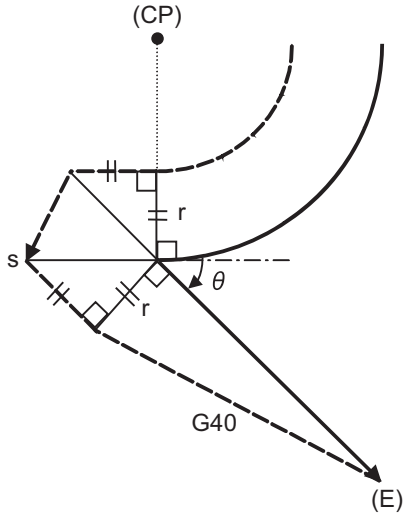
(2) Обработка наружного угла детали (тупой угол) [90° < = θ < 180°]

Линейная -> линейная (тип A)	Круговая -> линейная (тип A)
	
Линейная -> линейная (тип B)	**Круговая -> линейная (тип B)**
	

(E) конечная точка (CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

(3) Обработка наружного угла детали (острый угол) [θ < 90°]

Линейная -> линейная (тип A)	Круговая -> линейная (тип A)
	
Линейная -> линейная (тип B)	**Круговая -> линейная (тип B)**
	

(E) конечная точка (CP) центр окружности r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме

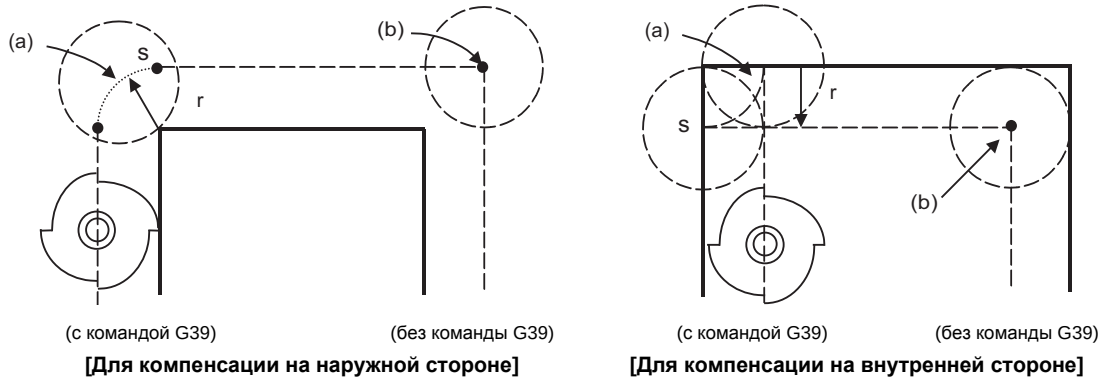
Запрограммированная траектория Траектория центра инструмента

12.4.2 Другие команды и операции во время компенсации радиуса инструмента

Подробное описание

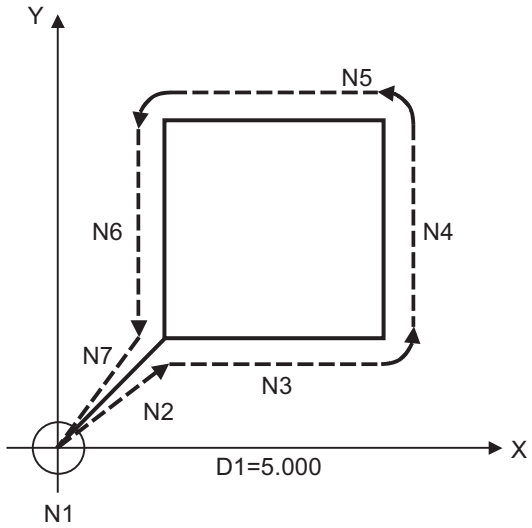
Вставление дуги для угла детали

При задании команды G39 (дуга угла детали) дуга, использующая величину компенсации в виде радиуса, вставляется без расчета точки пересечения на углу детали.



[Для компенсации на наружной стороне] **[Для компенсации на внутренней стороне]**

(a) вставленная дуга (b) точка пересечения r: Величина коррекции s: Точка останова в покадровом режиме




```
N1 G28 X0 Y0 ;
N2 G91 G01 G42 X20. Y20. D1 F100 ;
N3 G39 X40. ;
N4 G39 Y40. ;
N5 G39 X-40. ;
N6 Y-40. ;
N7 G40 X-20. Y-20. ;
N8 M02 ;
```

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Изменение и удержание вектора компенсации

Во время компенсации радиуса инструмента имеется возможность изменить или удерживать вектор компенсации с помощью команды G38.

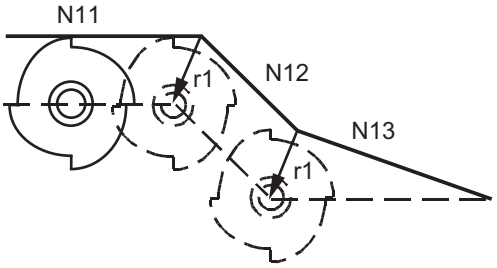
(1) Удержание вектора

Если команда G38 задается в кадре, содержащем команду движения, то в конечной точке программы точка пересечения не рассчитывается. Вместо этого удерживается вектор предыдущего кадра.

G38 Xx Yy;

Это можно использовать для строчечной подачи и т. п.

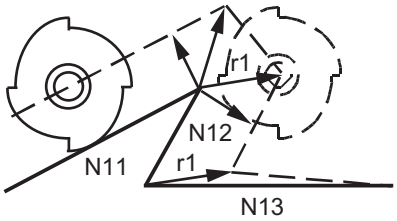
[Удержание вектора внутренней компенсации]



N11 G1 Xx11 ;
N12 G38 Xx12 Yy12 ;
N13 G40 Xx13 ;

r1:N11-N12 Расчет вектора в точке пересечения кадров N11-N12

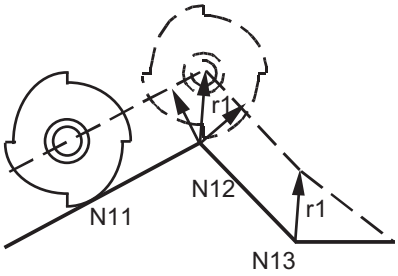
[Удержание наружной компенсации, острый угол]



N11 G1 Xx11 Yy11 ;
N12 G38 Xx12 Yy12 ;
N13 G40 Xx13 ;

r1: Вычисление вектора в точке пересечения кадров N11-N12

[Удержание наружной компенсации, тупой угол]



N11 G1 Xx11 Yy11 ;
N12 G38 Xx12 Yy12 ;
N13 G40 Xx13 ;

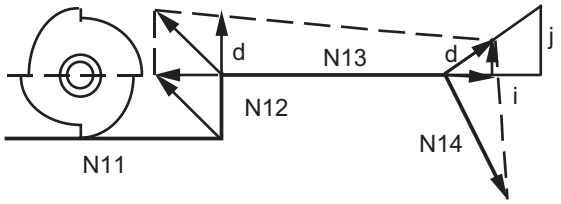
r1: Расчет вектора в точке пересечения кадров N11-N12

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

(2) Изменение вектора

Можно задать новое направление вектора компенсации с помощью адресов I, J и K, и новую величину компенсации с помощью адреса D.
(Эти данные можно задать в одном и том же кадре с командой движения.)
G38 Ii Jj Dd ; (I, J и K различаются в зависимости от выбранной плоскости)



N11 G1 Xx11 ;
N12 Yy12 ;
N13 G38 Xx13 Ii Jj Dd ;
N14 G40 Xx14 Yy14 ;

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Создается вектор с величиной компенсации "d", направление которого задано компонентами i и j.

(Примечание)Если в одном и том же кадре с адресами I и J круговой команды (G02/G03) задана команда G38, адреса I и J интерпретируются как вектор G38 и возникает ошибка.

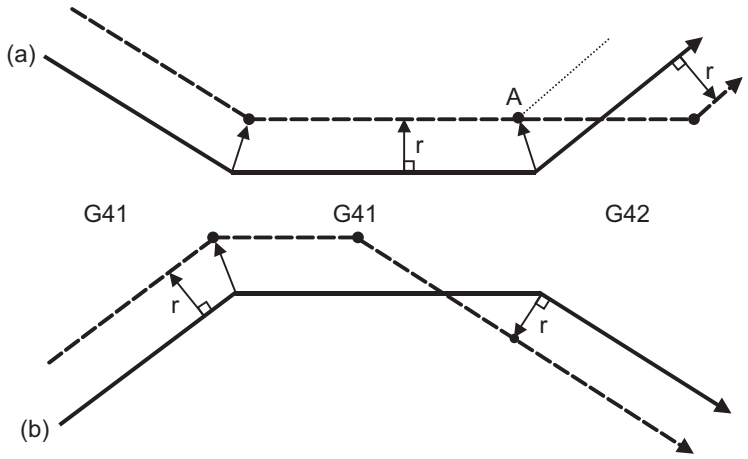
Изменение направления компенсации во время компенсации радиуса инструмента

Направление компенсации определяется командами компенсации радиуса инструмента (G41, G42) и знаком величины компенсации.

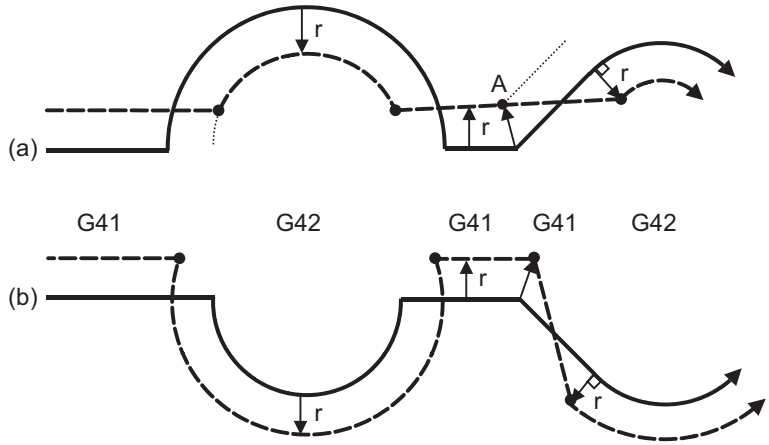
G код	Величина компенсации со знаком "+"	Величина компенсации со знаком "–"
G41	Левосторонняя коррекция	Правосторонняя коррекция
G42	Правосторонняя коррекция	Левосторонняя коррекция

Направление компенсации можно изменить, изменив команду компенсации во время режима компенсации без отмены режима.
Однако изменить направление в кадре начала компенсации и следующем кадре не возможно.

(1) Линейная -> линейная
(a) Если при изменении направления компенсации имеется точка пересечения (A).
(b) Если точки пересечения при изменении направления компенсации не имеется.



(2) Линейная <-> круговая
(a) Если при изменении направления компенсации имеется точка пересечения (A).
(b) Если точки пересечения при изменении направления компенсации не имеется.

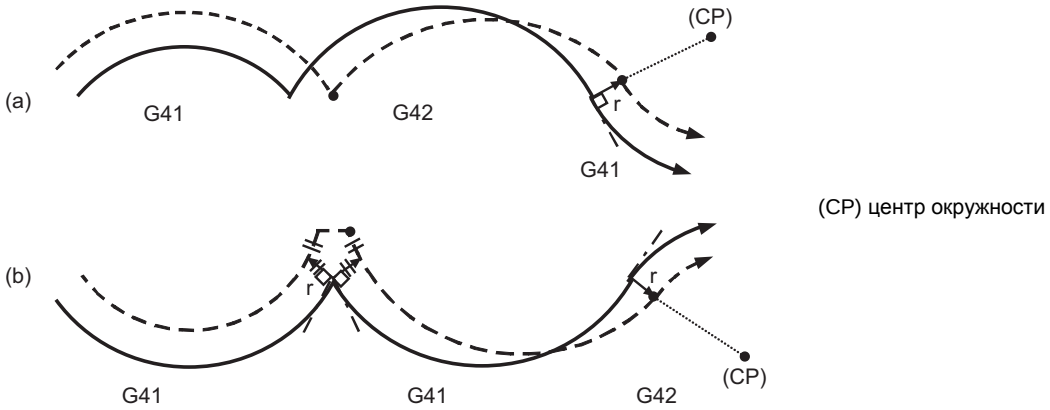


Запрограммированная траектория — Траектория центра инструмента

(3) Круговая -> круговая

(a) Если при изменении направления компенсации имеется точка пересечения.

(b) Если точки пересечения при изменении направления компенсации не имеется.



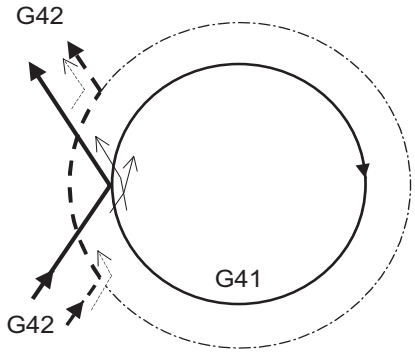
(4) Линейный возврат

(5) В результате компенсации дуга превышает 360°

В нижеприведенном случае может оказаться, что дуга превышает 360°

a. Изменение направления компенсации путем переключения между G41/G42.

Если дуга превышает 360°, то компенсация выполняется, как это показано на иллюстрации, и остается необработанный участок.




```
:
G42 G01 X_ Y_;
G41 G02 X_ Y_ I_ K_;
G42 G01 X_ Y_;
:
```

Запрограммированная траектория

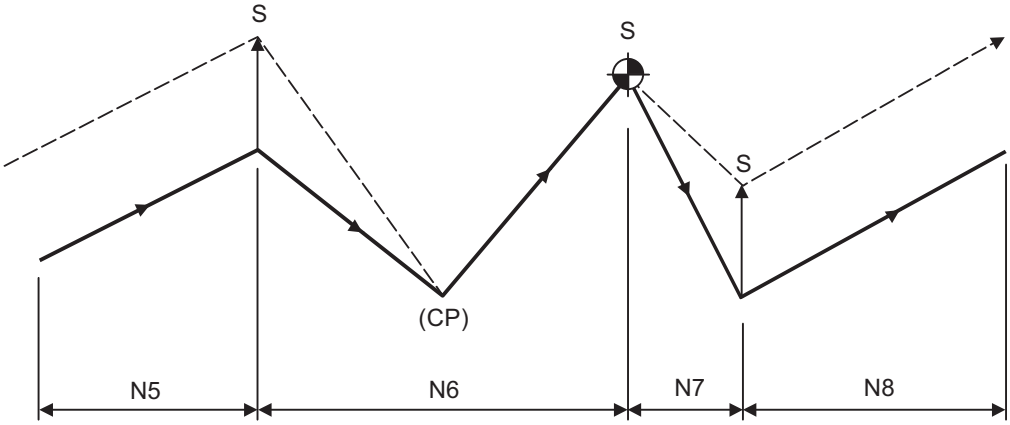
Траектория центра инструмента

Участок, остающийся необработанным

Команда для временного устранения векторов компенсации

Если в режиме компенсации задана следующая команда, векторы компенсации временно устраняются, а затем автоматически возобновляется режим компенсации.
В этом случае компенсация не отменяется и инструмент переходит непосредственно от вектора точки пересечения к точке без векторов (т. е. к точке запрограммированной команды). При возврате в режим компенсации происходит переходит непосредственно в точку пересечения.

(1) Команда возврата в референтную позицию
Временная отмена векторов компенсации в промежуточной точке. (в референтной позиции, если промежуточной точки не имеется)



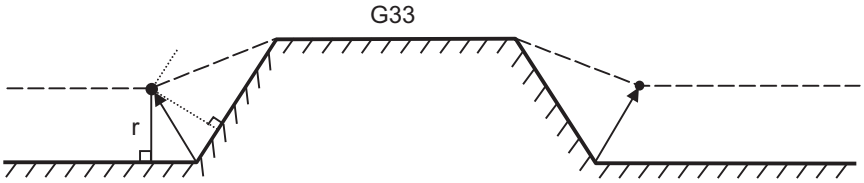
(G41) :
N5 G91 G01 X60. Y30. ;
N6 G28 X50. Y-40. ; <- Временная отмена векторов компенсации в промежуточной точке.
N7 X30. Y-60. ; (В референтной позиции, если промежуточной точки не имеется)
N8 X70. Y40. ;
:

(CP) промежуточная точка

(2) При задании команды G53 (выбор базовой системы координат станка) вектор компенсации временно устраняется.

(Примечания 1)При изменении команды настройки системы координат (G92) векторы компенсации не изменяются.

(3) Команда нарезания резьбы G33
Компенсация радиуса инструмента не применяется к кадру G33.



Кадры без движения

Следующие кадры являются кадрами без движения.

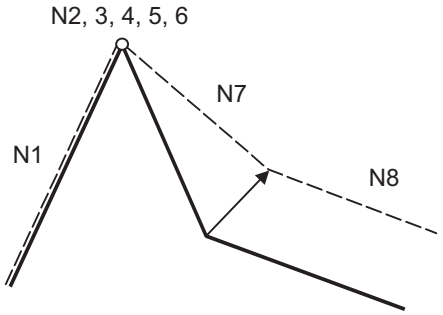
M03 ;	M команда
S12 ;	S команда
T45 ;	T команда
G04 X500 ;	Выдержка времени
G22 X200. Y150. Z100 ;	Настройка зоны, запрещенной для обработки
G10 L10 P01 R50 ;	Задание величины коррекции
G92 X600. Y400. Z500. ;	Задание системы координат
(G17) Z40. ;	Движение за пределы плоскости компенсации
G90 ;	только как G - функция
G91 X0 ;	Величина перемещения 0

Команды M00, M01, M02 и M30 обрабатываются как M-коды, запрещающие предварительное считывание.

(1) Если команда присвоена при запуске компенсации
Если имеются четыре или более кадров без движения подряд, или если задана M-команда, запрещающая предварительное считывание, создание вектора компенсации не возможно.

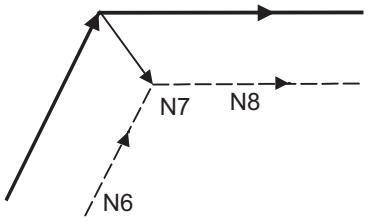
```
N1 X30.Y60. :
N2 G41 D10 ;
N3 G4 X1000 ;
N4 F100 ;
N5 S500 ;
N6 M3 ;
N7 X20.Y-50. ;
N8 X50.Y-20. ;
```

Кадр без движения



(2) Если команда присвоена в режиме компенсации
Если четырех или более кадров без движения подряд не имеется, и нет M-команды, запрещающей предварительное считывание, вектор компенсации создается как обычно.

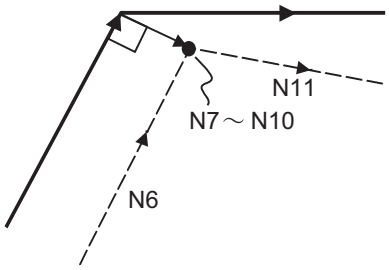
```
N6 G91 X100. Y200. ;
N7 G04 X P1000 ;        ...  Кадр без движения
N8 X200. ;
```



Кадр N7 выполняется в точке N7 на рисунке.

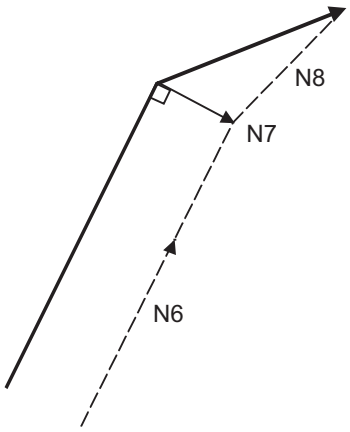
Если имеются четыре или более кадров без движения подряд или задана M-команда, запрещающая предварительное считывание, создается вектор компенсации, перпендикулярный конечной точке предыдущего кадра.
В этом случае можно выполнять резку.

```
N6 X100. Y200. ;
N7 G4 X1000 ;
N8 F100 ;
N9 S500 ;          } Кадр без движения
N10 M4 ;
N11 X100 ;
```



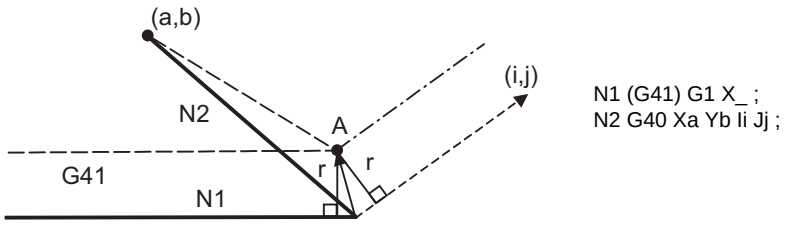
(3) При задании вместе с командой отмены компенсации Если кадр без движения задается вместе с командой G40, то отменяются только векторы компенсации.

```
N6 X100. Y200. ;
N7 G40 M5 ;
N8 X100. Y50. ;
```



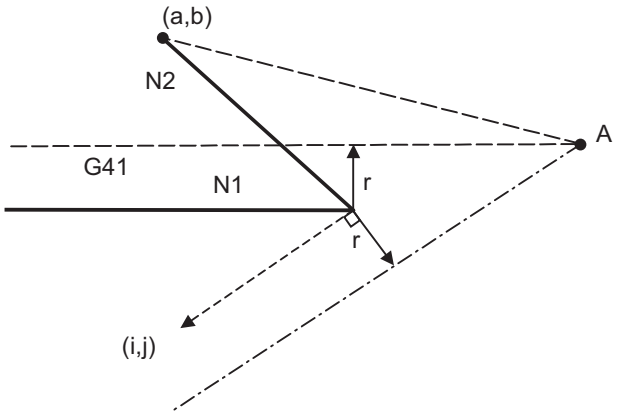
Если в G40 заданы I, J, K

(1) Если кадром с последней командой движения за четыре кадра до команды G40 является кадр с командой G41 или G42, то предполагается, что движение задано в направлении вектора I, J или K из конечной точки последней команды движения. После интерполяции между гипотетической траекторией центра инструмента и точкой пересечения выполняется отмена. Направление компенсации не изменяется.

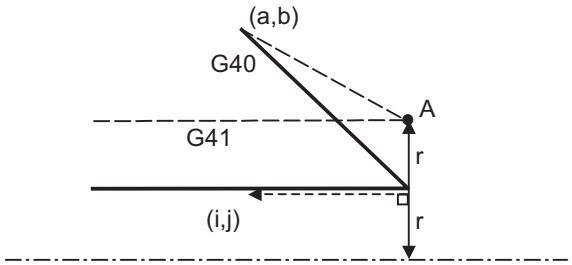


В этом случае точка пересечения всегда рассчитывается, вне зависимости от направления компенсации, даже если задан неправильный вектор, как это показано ниже.

[Если в вышеприведенном примере программы указаны неправильные I и j]



Если с расчетом точки пересечения получен чрезвычайно большой вектор компенсации, то в кадре перед командой G40 создается перпендикулярный вектор.

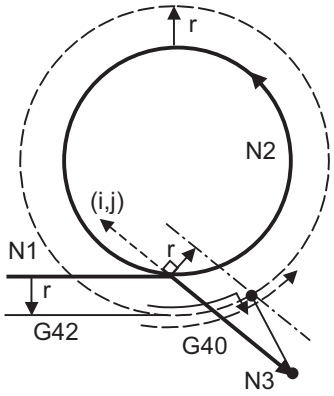


Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Гипотетическая траектория центра инструмента

(2) Если из-за значений I, J и K при G40 после команды дуги дуга равна или превышает 360°, участок не обрабатывается.



N1 (G42,G91) G01 X200. ;
N2 G02 J150. ;
N3 G40 G1 X150. Y-150. I-100. J100. ;

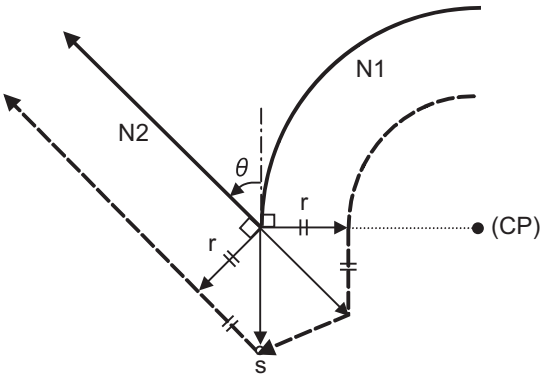
Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Участок, остающийся необработанным

Движение на углу детали

Если на стыках между кадрами команд движения создано множество векторов компенсации, то между этими векторами инструмент движется по прямой линии. Такое действие называется угловым движением.
Если векторы не совпадают, то инструмент движется, чтобы обработать угол, хотя это движение является частью и участком соединительного кадра.
В покадровом режиме порядок действий следующий: выполняется предыдущий кадр + угловое движение как отдельный кадр, после чего остаточное межкадровое движение + следующий кадр.



(CP) центр окружности
r: величина компенсации
s: точка останова в покадровом режиме

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

12.4.3 Команды G41/G42 и указание I, J, K

Принцип действия и назначение

Направление коррекции может быть принудительно изменено при задании команды G41/G42 и I, J, K в одном кадре.

Формат команды

G17 (плоскость X-Y) G41/G42 X__ Y__ I__ J__ ;

G18 (плоскость Z-X) G41/G42 X__ Z__ I__ K__ ;

G19 (плоскость Y-Z) G41/G42 Y__ Z__ J__ K__ ;

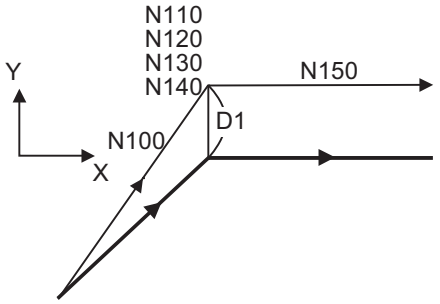
Задайте команду линейного перемещения (G00, G01) в режиме движения.

Подробное описание

Векторы типа I, J (выбор плоскости X-Y с помощью команды G17)

В этом разделе описаны векторы нового типа I, J (плоскость G17), создаваемые этой командой. (Аналогичное описание применимо к векторам K, I для плоскости G18 и векторам J, K для плоскости G19.)
Как это показано на нижеследующих иллюстрациях, векторы типа I, J создают векторы компенсации, которые перпендикулярны к направлению, заданному компонентами I, J, и по величине эквивалентны величине компенсации, без расчета точки пересечения запрограммированной траектории. Векторы I, J можно задать даже в режиме (режим G41/G42 в предшествующем кадре) и при запуске компенсации (режим G40 в предшествующем кадре).

(1) Если векторы I, J задаются при запуске компенсации

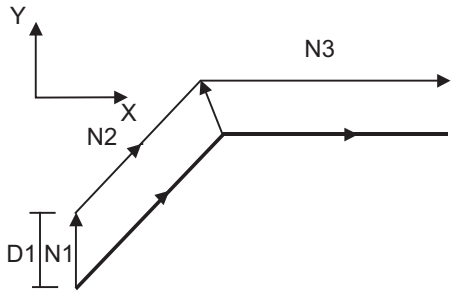



```
                    (G40)
                      ≀
N100  G91  G41  X100. Y100. I150. D1 ;
N110  G04  X1000 ;
N120  G01  F1000 ;
N130  S500 ;
N140  M03 ;
N150  X150. ;
                      ≀
```

← Запрограммированная траектория

← Траектория центра инструмента

(2) Если команд движения в момент запуска компенсации не имеется.

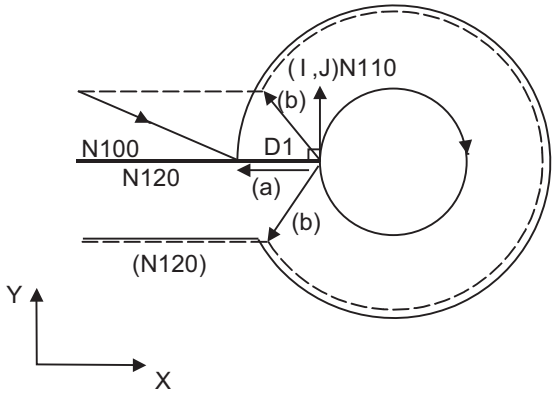



```
(G40)
~
N1  G41  I150. D1 ;
N2  G91  X100. Y100. ;
N3  X150. ;
~
```

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

(3) Если векторы I, J задаются в режиме (плоскость G17)




```
~
(G17  G41  G91)
N100  G41  G00 X150. J50. ;
N110  G02  I150. ;
N120  G00  X-150. ;
~
```

(a) вектор типа I, J (b) вектор расчета точки пересечения

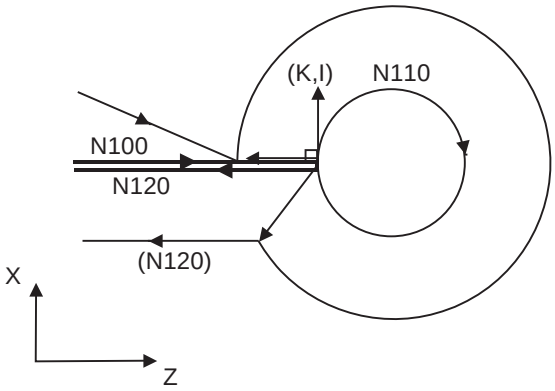
Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Траектория после расчета точки пересечения

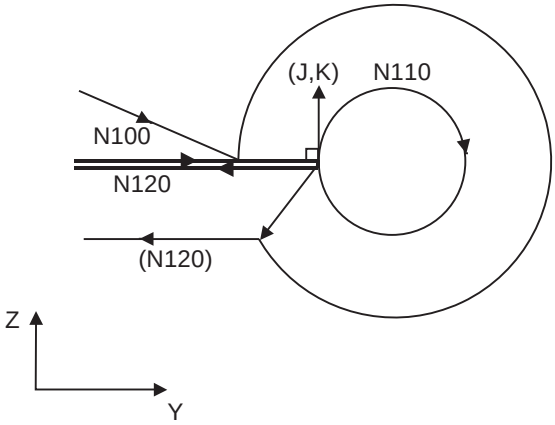
(Образец)

(a) плоскость G18



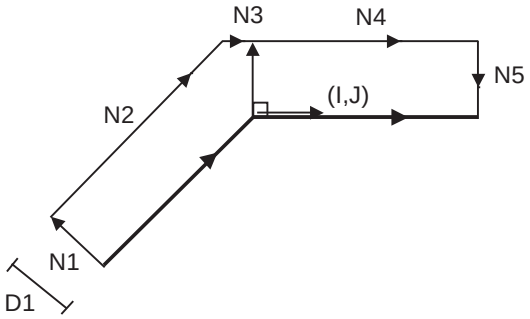

```
        ≀
(G18  G41  G91)
N100  G41  G00  Z150. I50. ;
N110  G02  K50. ;
N120  G00  Z - 150. ;
        ≀
```

(b) плоскость G19




```
        ≀
(G19  G41  G91)
N100  G41  G00 Y150. K50. ;
N110  G02  J50. ;
N120  G00  Y - 150. ;
        ≀
```

(4) Если I, J заданы в кадре без движения




```
N1  G41  D1  G01  F1000 ;
N2  G91  X100. Y100. ;
N3  G41  I50. ;
N4  X150. ;
N5  G40 ;
```

Направление вектора компенсации

(1) В режиме G41

Направление определяется путем поворота направления, заданного векторами I, J, на 90° влево, глядя на нулевую точку с положительного конца оси Z (3-й оси).

(Пример 1) При задании I100.		(Пример 2) При задании I-100.	
←	Направление IJ (100, 0)	←	Направление IJ (-100, 0)
←– – – –	Направление вектора компенсации	←– – – –	Направление вектора компенсации

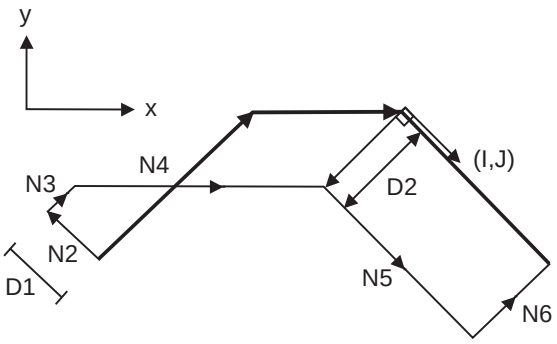
(2) В режиме G42

Направление определяется путем поворота направления, заданного векторами IJ, на 90° вправо, глядя на нулевую точку с положительного конца оси Z (3-й оси).

(Пример 1) При задании I100.		(Пример 2) При задании I-100.	
←	Направление IJ (100, 0)	←	Направление IJ (-100, 0)
←– – – –	Направление вектора компенсации	←– – – –	Направление вектора компенсации

Модальный выбор компенсации

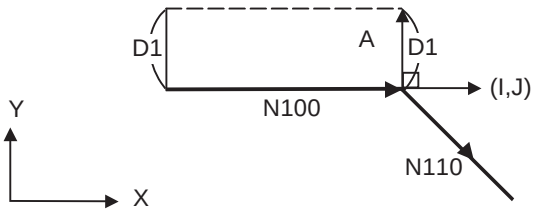
Модальные команды G41 и G42 могут быть переключены в любое время.




```
N1  G28  X0 Y0  ;
N2  G41  D1  F1000  ;
N3  G01  G91  X100.  Y100.  ;
N4  G42  X100.  I100.  J-100.
    D2  ;
N5  X100.  Y-100.  ;
N6  G40  ;
N7  M02  ;
%
```

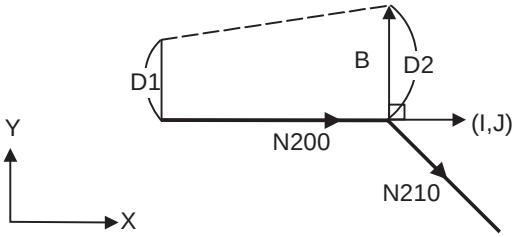
Величина компенсации для векторов компенсации

Величина компенсации определяется номером смещения (модальным) в кадре с указанием IJ.
<Пример 1>
Вектор A представляет собой величину компенсации, зарегистрированную под модальным номером смещения D1, в кадре N100.




```
(G41  D1  G91)
              ≀
N100  G41  X150.  I50.  ;
N110  X100.  Y-100.  ;
              ≀
```

<Пример 2>
Вектор B представляет собой величину компенсации, зарегистрированную в модальном номере смещения D2, в кадре N200.

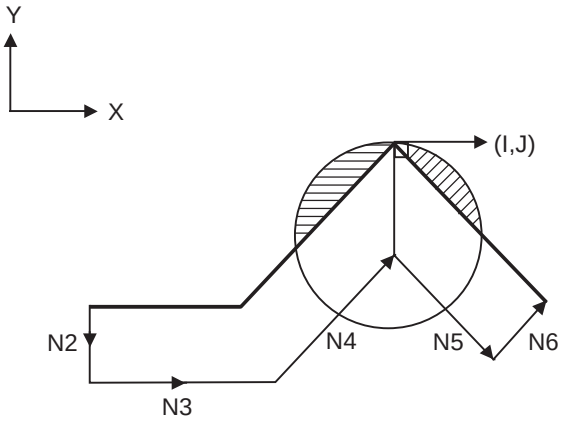



```
(G41  D1  G91)
              ≀
N200  G41  X150.  I50.  D2 ;
N210  X100.  Y-100.  ;
              ≀
```

Указания

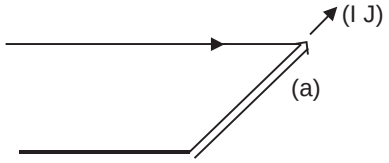
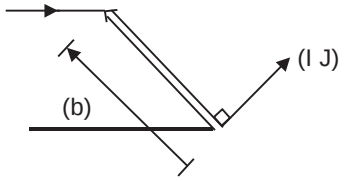
(1) Задавайте вектор типа I,J в линейном режиме (G0, G1). Если при запуске компенсации действует режим дуги, возникает ошибка программы (P151).
Если в момент задания действует режим компенсации и режим дуги, вектор I, J размещается в центре окружности.

(2) Если указан вектор типа I, J, то он не будет стерт (функцией предотвращения столкновения), даже если имеется столкновение. Следовательно, может происходить чрезмерное снятие (зарез).
На следующем рисунке резание происходит на затененном участке.



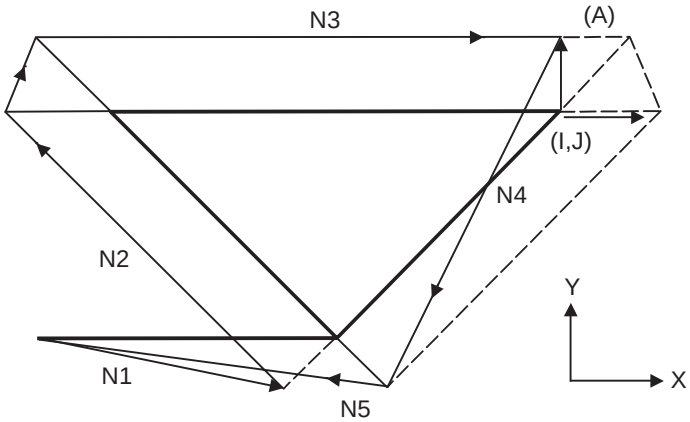

```
N1  G28  X0 Y0  ;
N2  G42  D1  F1000  ;
N3  G91  X100.  ;
N4  G42  X100.  Y100. I10.  ;
N5  X100.  Y-100.  ;
N6  G40  ;
N7  M02  ;
```

(3) Команды G38 I _J_ (K_) и G41/G42 I_J_(K_) имеют различные векторы.

	G38	G41/G42
Примеры	: (G41) : G38 G91 X100. I50. J50. ; :	: (G41) : G41 G91 X100. I50. J50. ; :
		
	Вектор в направлении IJ с величиной компенсации (a)	Вектор, перпендикулярный направлению IJ, с величиной компенсации (b)

(4) Зависимость методов компенсации от наличия или отсутствия команды G41/G42 и команды I, K, (J) пояснена следующей таблицей.

G41/G42	I, J (K)	Методы компенсации
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, J, Без кадра вставления



N1 G91 G01 G41 X200. D1 F1000 ;
N2 X-150. Y150. ;
N3 G41 X300. I50. ;
N4 X-150. Y-150. ;
N5 G40 X-200. ;

Во время компенсации с вектором типа I, J кадр вставления A не существует.

12.4.4 Прерывания во время компенсации радиуса инструмента

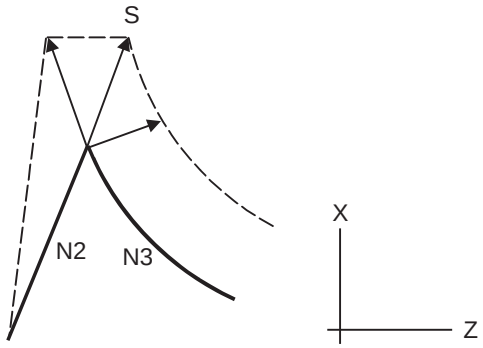
Подробное описание

Прерывание MDI

Компенсация радиуса инструмента действует в любом автоматическом режиме − с чтением программы с ленты, из памяти или в режиме MDI. На рисунке ниже показано, что происходит в результате прерывания MDI после останова кадра во время режима чтения программы с ленты или из памяти.
S на рисунке обозначает позицию останова в покадровом режиме.

(1) Прерывание без движения (траектория инструмента не меняется)

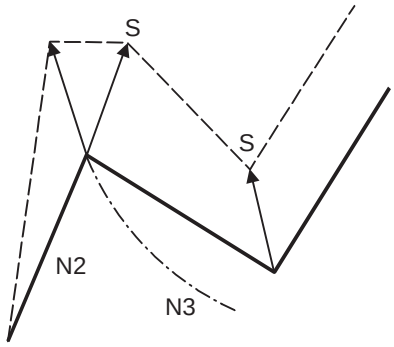
Автоматическая работа Прерывание MDI
N1 G41 D1;
N2 X20. Y50. ;
<--- S1000 M3;
N3 G3 X40. Y-40. R70. ;



(2) Прерывание с движением
Векторы компенсации автоматически перерассчитываются в кадре движения после прерывания.

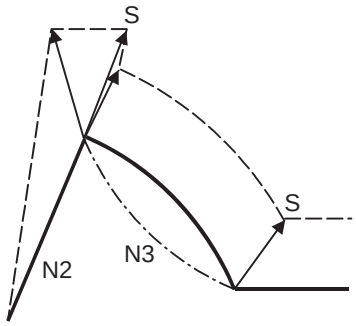
С линейным прерыванием

Автоматическая работа Прерывание MDI
N1 G41 D1;
N2 X20. Y50. ;
<--- X50. Y-30.;
X30. Y50. ;
N3 G3 X40.Y-40. R70. ;



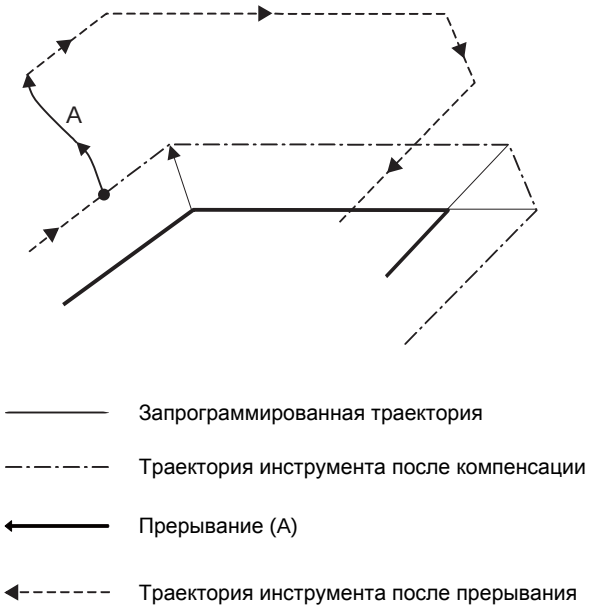
С круговым прерыванием

Автоматическая работа Прерывание MDI
N1 G41 D1;
N2 X20. Y50. ;
<--- G2 X40. Y-40. R70. ;
G1 X40. ;
N3 G3 X40. Y-40. R70. ;



Ручное прерывание

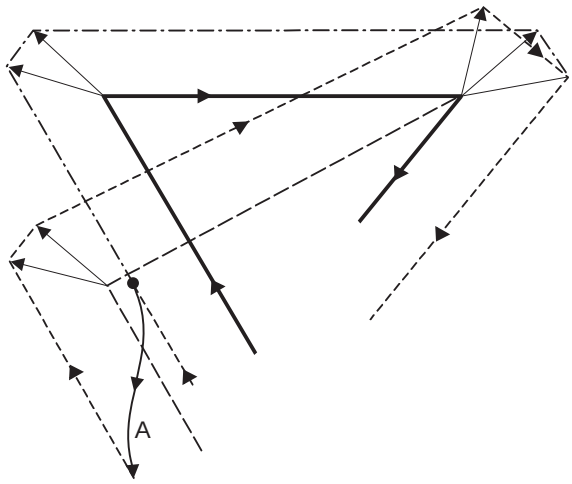
(1) Прерывание, если опция "Ручное абсолютное задание" выключена.
Траектория инструмента отличается от скомпенсированной траектории на величину прерывания.

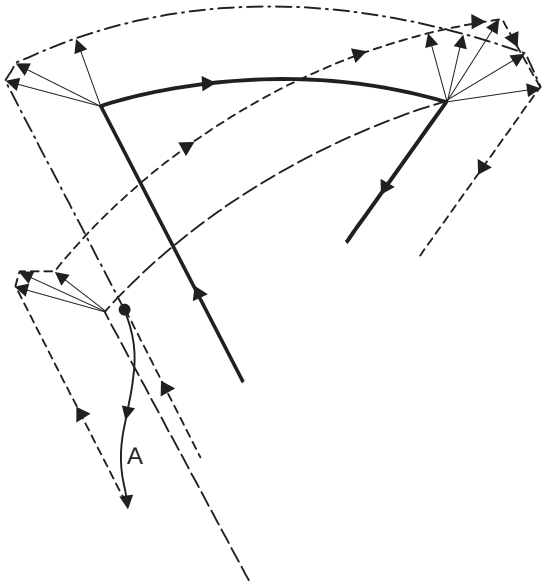


(2) Прерывание, если опция "Ручное абсолютное задание" включена.

В инкрементном режиме та же операция выполняется в режиме "Ручное абсолютное задание выключено".

В режиме абсолютного значения, тем не менее, резец возвращается к исходной траектории в конечной точке кадра, следующего за прерванным блоком, как показано на рисунке.





Запрограммированная траектория

Траектория инструмента после компенсации

Прерывание (A)

Траектория инструмента после прерывания

12.4.5 Общие меры предосторожности в отношении компенсации радиуса инструмента

Указания

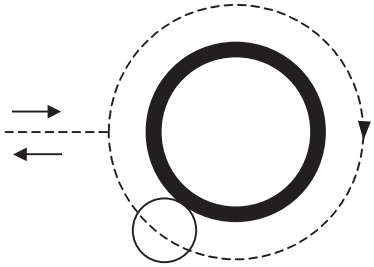
Присвоение величин компенсации

(1) Величины смещения можно указать с помощью D-кода и номера смещения. После задания D-кода он действует до тех пор, пока не будет задан другой D-код. Если указан H-код, возникает ошибка программы (P170) "No COMP No".
Помимо использования для указания величин компенсации радиуса инструмента, D-коды используются для указания величин компенсации позиции инструмента.

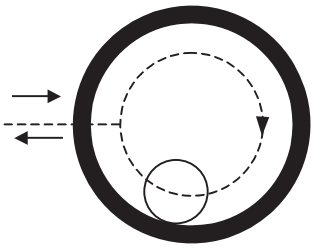
(2) Величины компенсации обычно изменяются, если в режиме отмены компенсации выбран иной инструмент. Однако если величина изменяется во время режима компенсации, векторы в конечной точке кадра рассчитываются с помощью величины компенсации, указанной в этом кадре.

Символы величины компенсации и траектория центра инструмента

Если компенсация имеет отрицательную величину (−), то это проявляется так, как если бы команда G41 была заменена на G42 или наоборот.
Таким образом, ось, вращавшаяся вокруг наружной стороны детали, будет вращаться с внутренней стороны, и наоборот.
Ниже показан пример. Обычно программируется положительная величина компенсации (+). Однако если запрограммирована траектория центра инструмента, показанная на рис. (a), и задана отрицательная величина компенсации (−), движение будет таким, как это показано на рис. (b). И наоборот, если создана программа, показанная на рис. (b), и задана отрицательная величина смещения (−), движение будет таким, как это показано на рис. (a). Таким образом, с помощью одной и той же программы можно обрабатывать наружные и внутренние формы. Допуск для каждой формы можно установить произвольно, выбрав надлежащую величину смещения.
(Учитывайте, что в случае типа A при запуске или отмене компенсации окружность будет разделена.)



G41 с величиной смещения (+) или G42 с величиной смещения (−) (a)



G41 с величиной смещения (−) или G42 с величиной смещения (+) (b)

---- Траектория центра инструмента

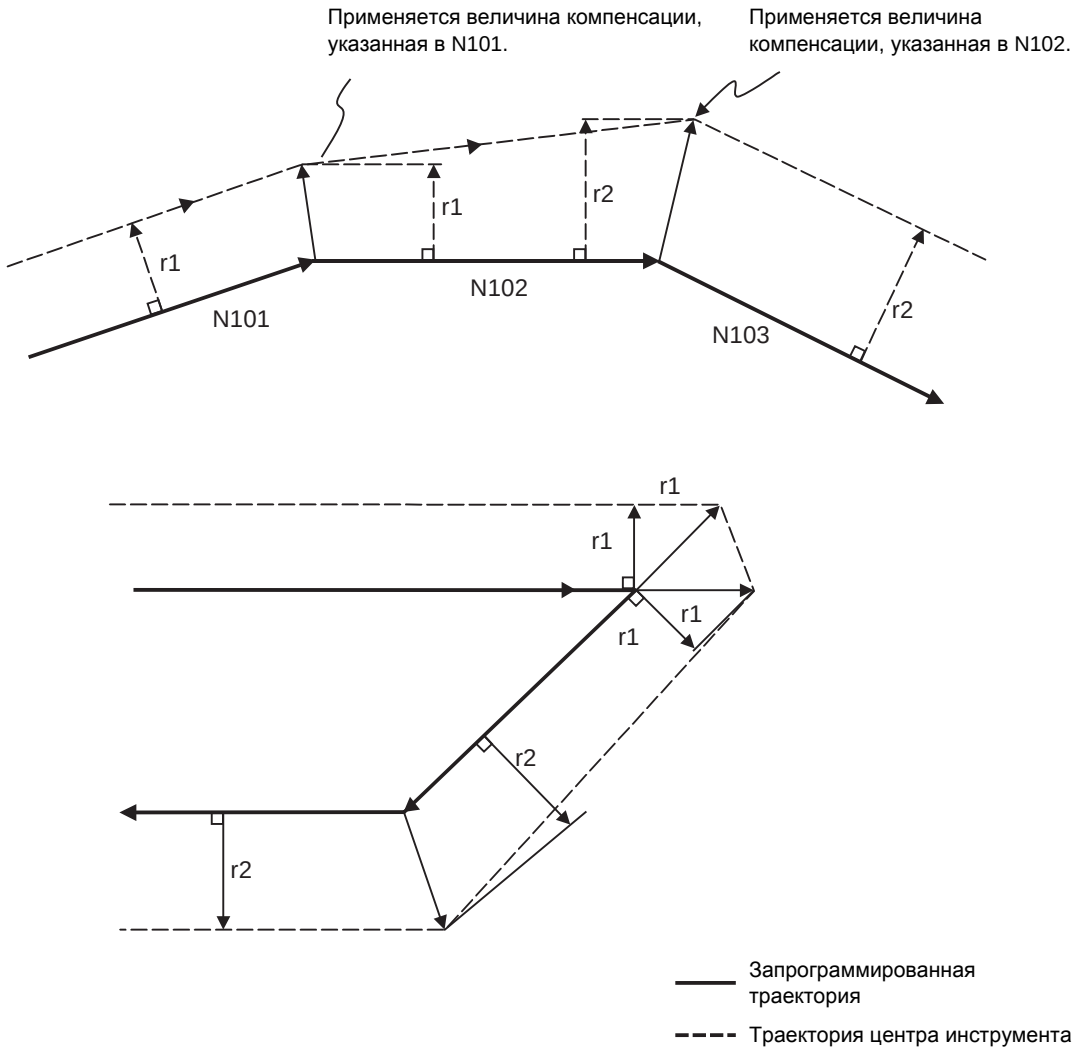
12.4.6 Изменение номера компенсации во время режима компенсации

Принцип действия и назначение

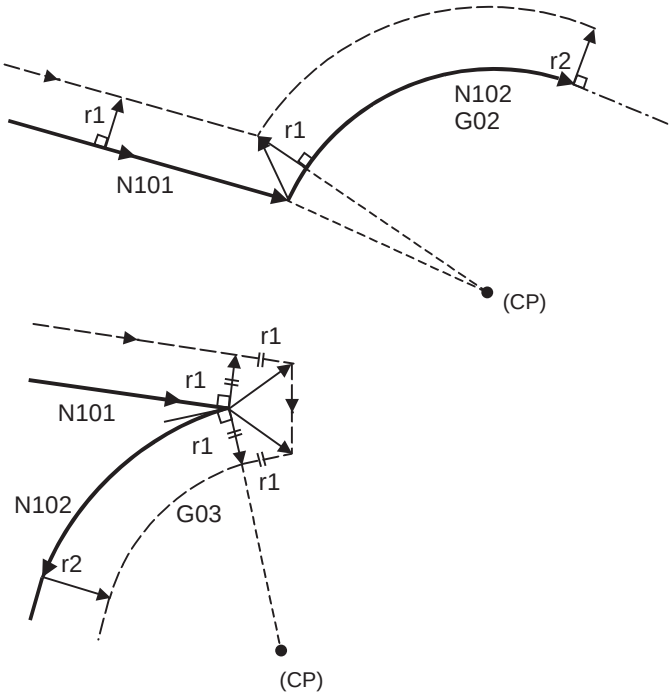
В принципе, номер компенсации не следует изменять во время режима компенсации. Если он изменен, движение будет таким, как это показано ниже.

Если изменен номер компенсации (величина компенсации):
G41 G01 ..... Dr1 ;
(α = 0,1,2,3)
N101 G0α Xx1 Yy1 ;
N102 G0α Xx2 Yy2 Dr2 ; ..... Изменен номер компенсации
N103 Xx3 Yy3 ;

При обработке "линейная -> линейная"



Линейная -> круговая

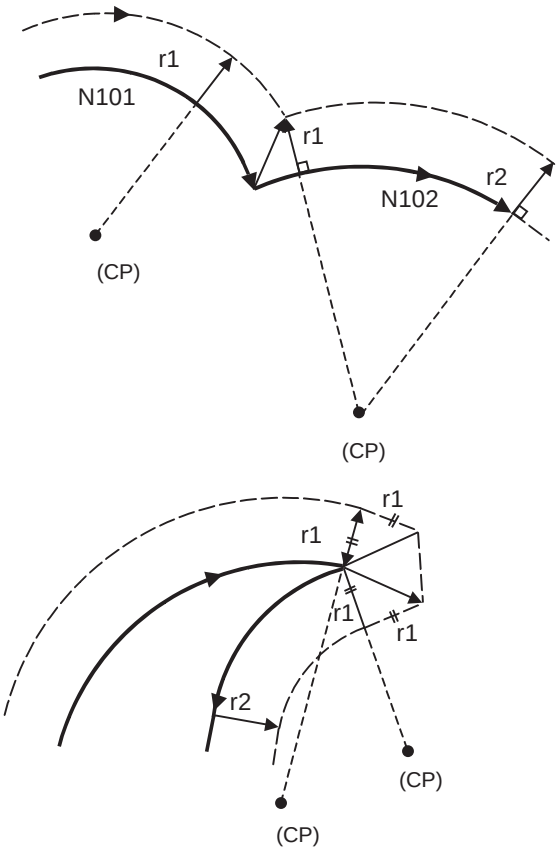


(CP) Центр дуги

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Круговая -> круговая



(CP) Центр дуги

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

12.4.7 Запуск компенсации радиуса инструмента и врезание оси Z

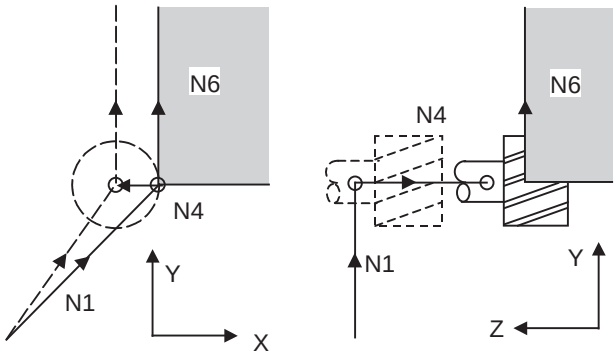
Принцип действия и назначение

При запуске резки метод применения компенсации радиуса (обычно плоскость XY) часто задается заранее в некоторой позиции на расстоянии от детали, а затем часто используется врезание осью Z. Если используется этот метод, составьте программу так, чтобы движение оси Z было разделено на два этапа − быстрый ход и, после приближения к детали, подача резания.

Пример программы

Рассмотрим следующую программу:

```
N1 G91 G00 G41 X500. Y500. D1 ;
N2 S1000 ;
N3 M3 ;
N4 G01 Z-300. F1 ;
N6     Y100. F2 ;
 :
 :
```

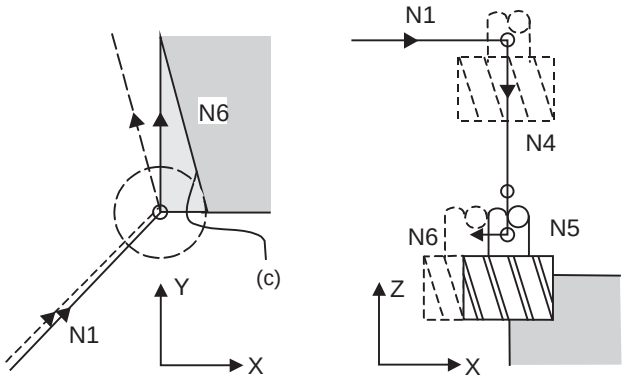


N4 Ось Z опускается (1 кадр)

---- Траектория центра инструмента

В этой программе при запуске компенсации N1 программа считывает кадры до N6. Можно оценить отношение кадров N1 и N6 и на этой основе выполнить правильную компенсацию, как это показано выше.
Если кадр N4 в вышеприведенной программе распределить на два кадра

```
N1 G91 G00 G41 X500. Y500. D1 ;
N2 S1000 ;
N3 M3 ;
N4     Z-250. ;
N5 G01 Z-50. F1 ;
N6     Y100. F2 ;
```

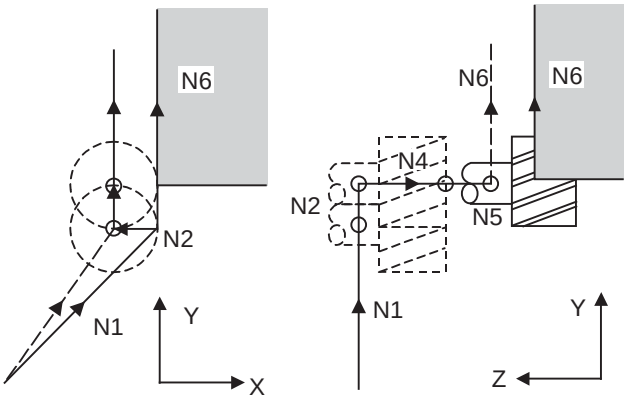


(h) Врезание

В этом случае в четырех кадрах N2...N5 нет команды в плоскости XY. Поэтому при запуске компенсации в N1 программе не удается считать кадр N6.
В результате этого компенсация выполняется только на основе информации в кадре N1 и при запуске компенсации вектор компенсации не создается. Происходит излишнее снятие, как это показано выше.

В этом случае, во избежание лишнего снятия, рассмотрите расчет внутренней стороны и перед обработкой осью Z подайте команду в том же направлении, что и направление продвижения оси Z после опускания.

```
N1 G91 G00 G41 X500. Y400. D1 ;
N2 Y100. S1000 ;
N3 M3 ;
N4     Z-250. ;
N5 G01 Z-50. F1 ;
N6     Y100. F2 ;
```



Движение компенсируется правильно, так как направление кадров N6 и N2 совпадает.

12.4.8 Контроль столкновения (зареза)

Принцип действия и назначение

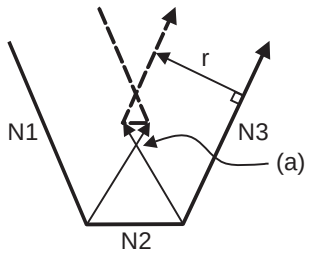
Если радиус инструмента больше запрограммированного пути, то инструмент, скомпенсированный функцией компенсации радиуса инструмента, может иногда врезаться в деталь. Такое явление называется зарезом (перерезом), а контроль зареза является функцией, предотвращающей перерез детали.
В таблице ниже указаны три функции контроля на столкновение. Использование любой из них можно выбрать с помощью параметра.

	Функция	Параметр		Операция
		#8102 COLL. ALM OFF	#8103 COLL. CHK OFF	
(1)	Контроль зареза аварийный сигнал	0	0	Перед выполнением кадра, вызывающего зарез, работа останавливается с выводом ошибки программы.
(2)	Контроль зареза функция обхода	1	0	Траектория резца изменяется для предотвращения врезания.
(3)	Отмена контроля зареза	0/1	1	Обработка продолжается, даже если происходит врезание в заготовке. Используется в программах с точным контуром.

Подробное описание

Состояния, интерпретируемые как столкновение

Если в трех из пяти предварительно считанных кадров имеется команда движения, и если векторы расчета компенсации, созданные в местах соприкосновения команд движения, пересекаются друг с другом, это интерпретируется как столкновение (зарез).



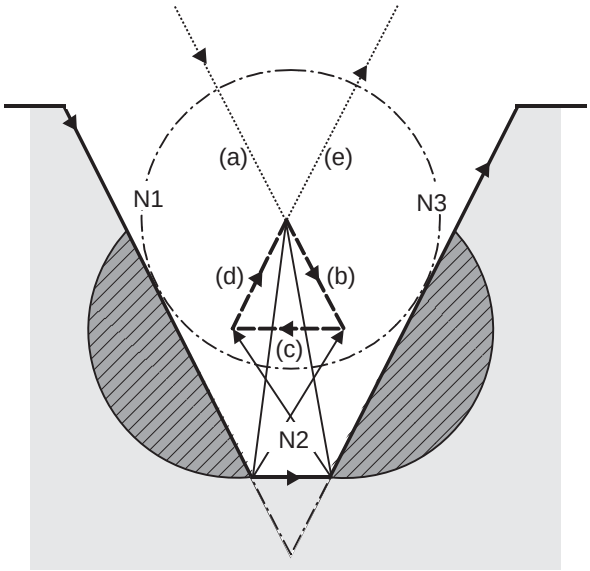
r : Величина коррекции (a) векторы пересекаются

Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

(Пример 1)При выполнении программы, содержащей короткий сегмент с инструментом большого радиуса, резка происходит в затененной области.

(G41)
N1 G91 G1 X50. Y-100. ;
N2 X70. Y-100. ;
N3 X120. Y0 ;

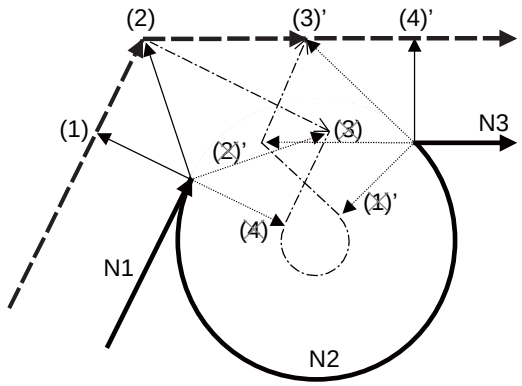


(1) С функцией аварийной сигнализации
Сигнализация возникает до выполнения N1. Таким образом, может быть применена функция коррекции буфера для замены кадра N1 следующим, что позволит продолжить обработку: N1 G1 X20. Y-40.;

(2) С функцией предотвращения
Для создания векторов предотвращения столкновения вычисляется пересечение N1 и N3.
Траектория центра инструмента: (a) -> (e).

(3) С функцией дезактивации контроля столкновения
Во время резания инструмент проходит линию N1 и N3.
Траектория центра инструмента: (a)->(b)->(c)->(d)->(e) .

(Пример 2) При выполнении программы, содержащей малую окружность и инструмент большого радиуса Резание происходит рядом с начальной/конечной точкой окружности на следующей иллюстрации.



Выполнение контроля столкновения (зареза)
Проверка векторов (1) (4)' -> зареза нет
↓
Проверка векторов (2) (3)' -> зареза нет
↓
Проверка векторов (3) (2)' -> зарез -> Стирание векторов (3) (2)'
↓
Стирание векторов (4) (1)'

(1) С функцией аварийной сигнализации
Сигнализация возникает до выполнения N1.

(2) С функцией предотвращения
При вышеописанном процессе векторы (1), (2), (3)' и (4)' остаются действующими векторами. Траектория центра инструмента соответствует траектории предотвращения столкновения, соединяющей эти векторы.

(Траектория, показанная толстой прерывистой линией)

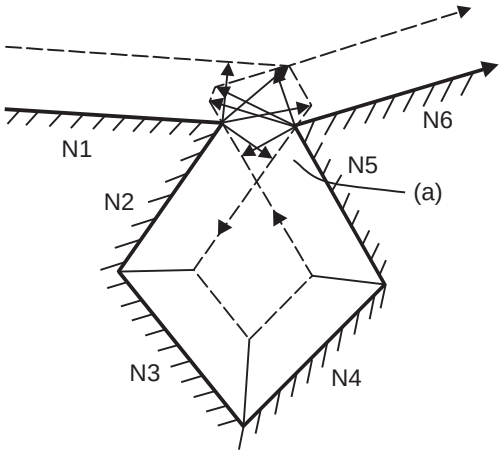
(3) С функцией дезактивации контроля столкновения
Центр инструмента движется по траектории, соединяющей (1), (2), (3), (4), (1)', (2)', (3)', (4)', в качестве траектории предотвращения столкновения во время резки.

(Траектория, показанная тонкой прерывистой линией)

Если контроль столкновения не может выполняться

(1) Если не могут быть предварительно считаны три кадра с командами движения
(если в пяти предварительно считанных кадрах имеются три или более кадра, не содержащие движения)

(2) Если имеется столкновение, следующее за четвертым кадром движения



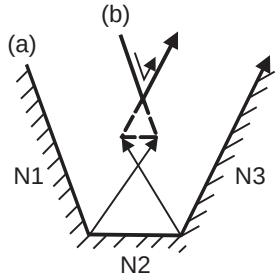
(a) Контроль столкновения не возможен

Запрограммированная траектория

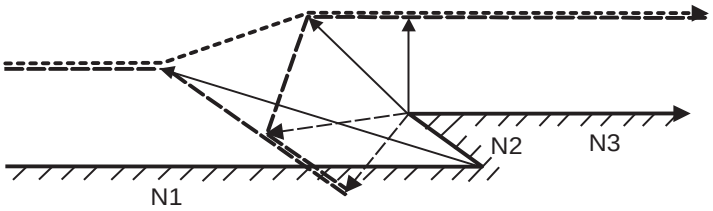
Траектория центра инструмента

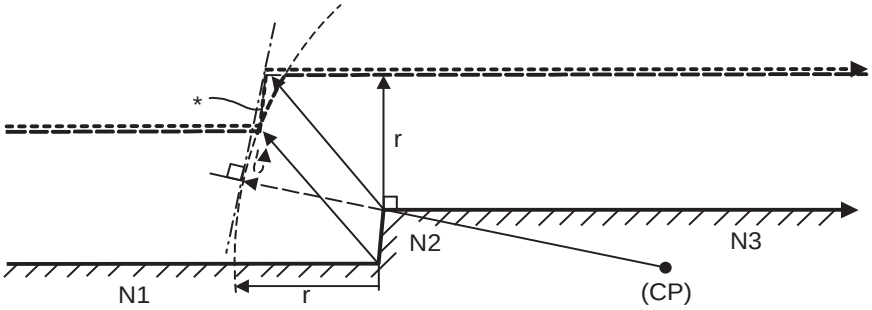
Работа в случае действия функции предотвращения столкновения

Если действует контроль на предотвращение столкновения, образуется движение, изображенное ниже.



(a) запрограммированная траектория (b) траектория центра инструмента





Запрограммированная траектория

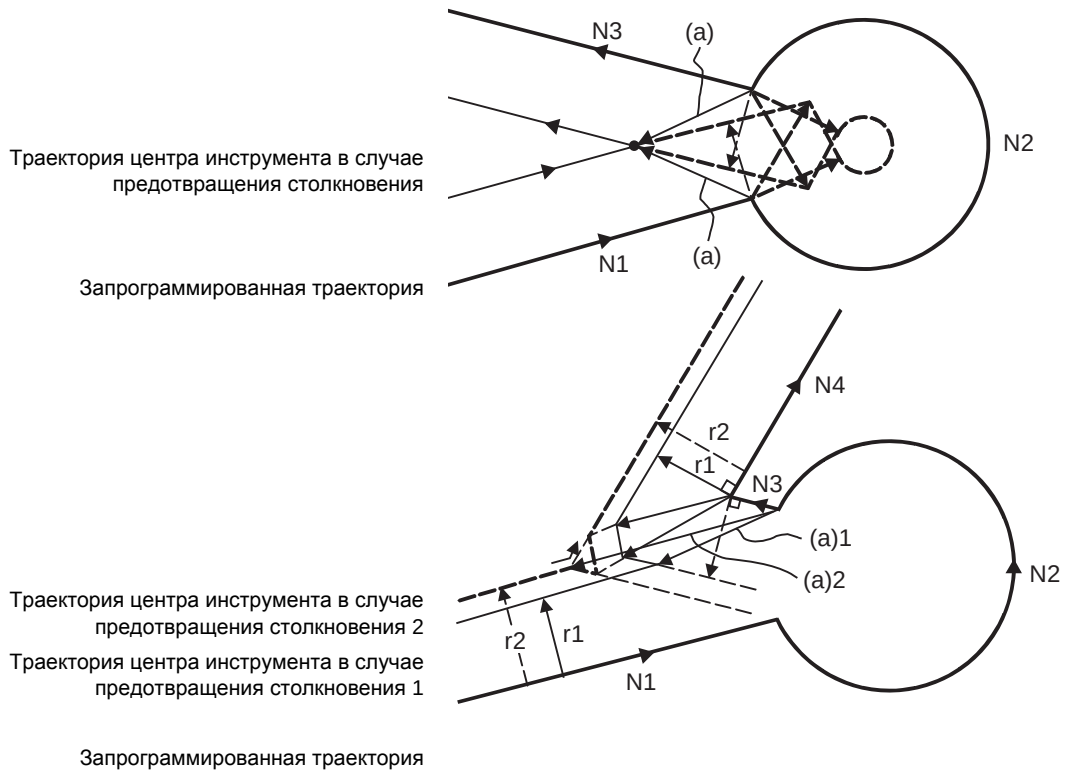
Траектория центра инструмента без контроля столкновения

Траектория центра инструмента в случае предотвращения столкновения (*: прямолинейное движение)

Действительный вектор

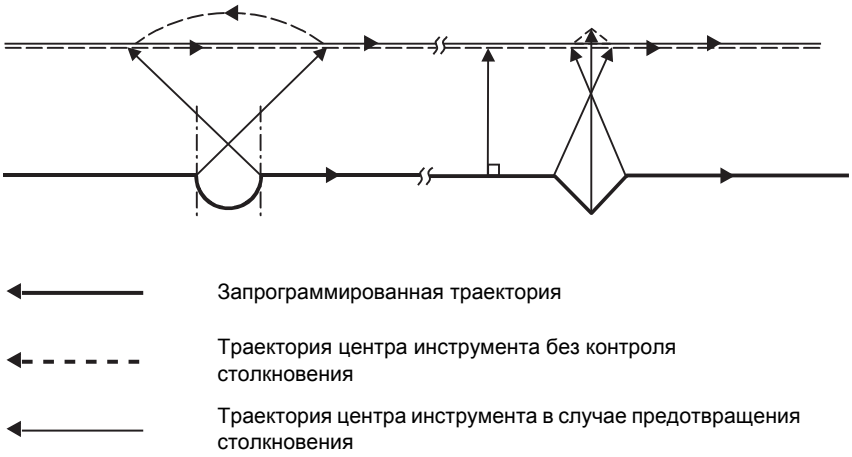
Недействительный вектор

Если стираются все векторы линии для предотвращения столкновения, то во избежание столкновения создайте новый вектор предотвращения, как это показано ниже.



(a) Вектор предотвращения

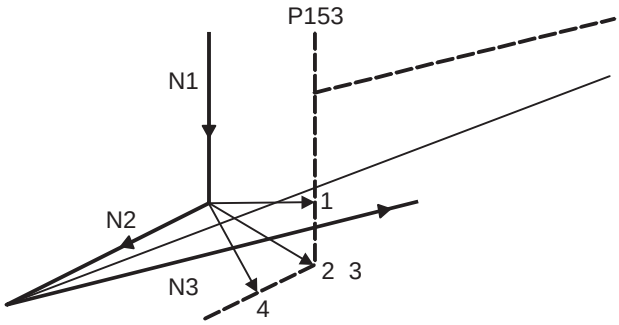
В случае, показанном ниже, канавка останется необработанной.



Сигнализация при контроле столкновения

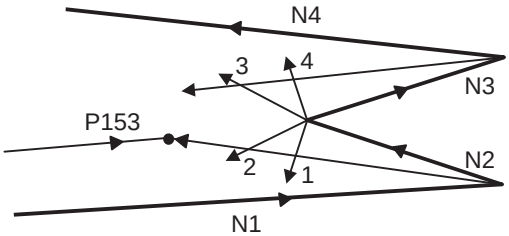
Аварийный сигнал контроля зарезов возникает в следующих случаях.

(1) Если выбрана функция аварийного сигнала при контроле зарезов
Если все векторы по окончании собственного кадра были стерты.
Если, как это показано на рисунке ниже, все векторы 1...4 в конечной точке кадра N1 были стерты, перед выполнением N1 возникает ошибка программы (P153).

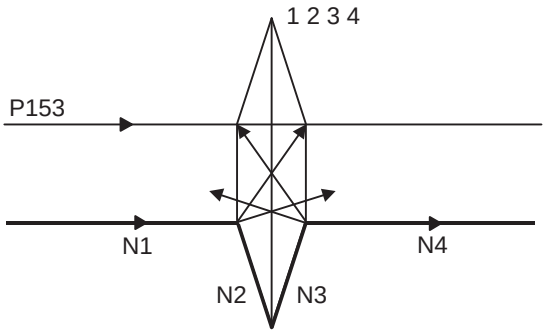


(2) Если выбрана функция обхода при контроле зарезов

(Пример 1) Если в конечной точке следующих кадров имеются действительные векторы, даже если все векторы в конечной точке собственного кадра были стерты.
Если, как это показано на рисунке ниже, выполняется контроль на столкновение N2, все векторы конечной точки N2 стираются, но векторы конечной точки N3 рассматриваются как действительные.
Теперь в конечной точке N1 возникает ошибка программы (P153) и работа останавливается.



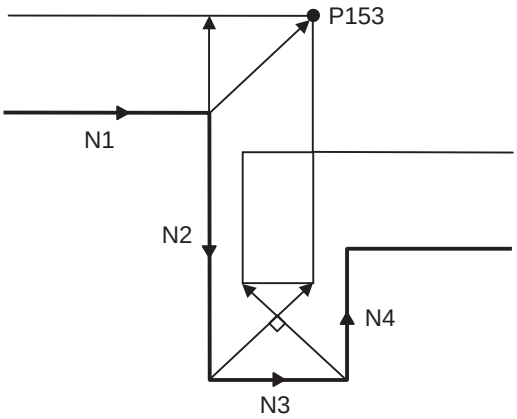
В случае, показанном на рисунке ниже, в точке N2 инструмент перемещается в противоположном направлении.
Теперь перед выполнением N1 возникает ошибка программы (P153) и работа останавливается.

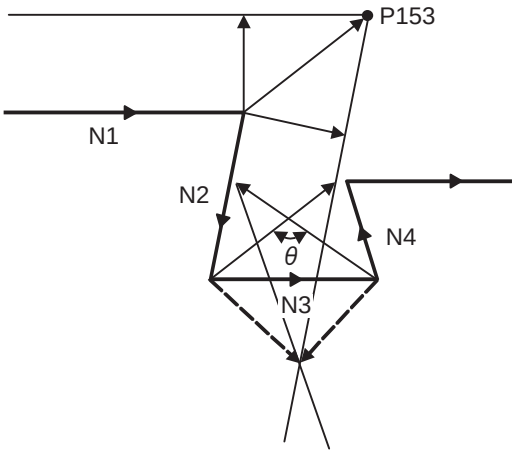


(Пример 2) Если векторы предотвращения не могут быть созданы

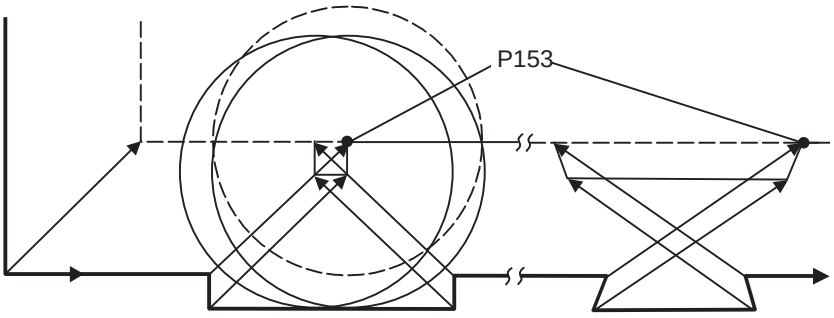
Даже если условия для создания векторов предотвращения выполнены (как это показано на рисунке ниже), создание векторов предотвращения может оказаться невозможным, или векторы столкновения могут сталкиваться с N3.

Если угол пересечения векторов больше 90°, в конечной точке N1 возникает ошибка программы (P153) и работа останавливается.





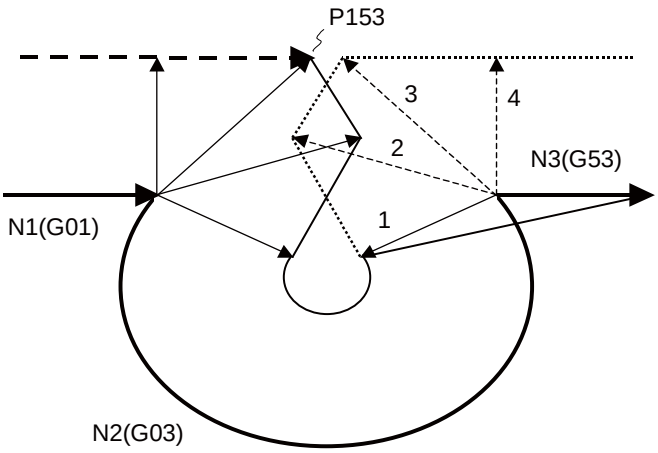
(Пример 3) Если направление продвижения программы и направление продвижения после компенсации противоположны Если программируются более узкие канавки, чем радиус инструмента, с параллельным или расширяющимся дном, то это рассматривается как зарез, даже если на самом деле зареза не имеется.



(Пример 4) Команда для временного устранения векторов компенсации

Контроль на столкновение выполняется даже в конечной точке кадра непосредственно перед командой временного устранения векторов компенсации, а также если эта команда не задается. Это может интерпретироваться как столкновение даже в том случае, если на самом деле столкновения не имеется. Если это интерпретируется как столкновение, возникает ошибка программы (P153).

На рисунке ниже в качестве вектора конечной точки в N2 остается только вектор 1, так как в N3 имеется команда G53, временно устраняющая векторы компенсации. Однако контроль на столкновение продолжает выполняться для вектора 1...4 и будет обнаружено столкновение. Теперь в конечной точке предыдущего кадра возникает ошибка программы (P153) и работа останавливается.



Запрограммированная траектория

Траектория центра инструмента

Траектория центра инструмента, если контроль на столкновение не задействован

Траектория центра инструмента, если контроль на столкновения дезактивирован в N3 из-за команды (G01 и т. п.) не устранять векторы компенсации.

Действительный вектор

Недействительный вектор (недействительный, однако подлежащий контролю на столкновение)

12.4.9 Указание диаметра в качестве величины компенсации

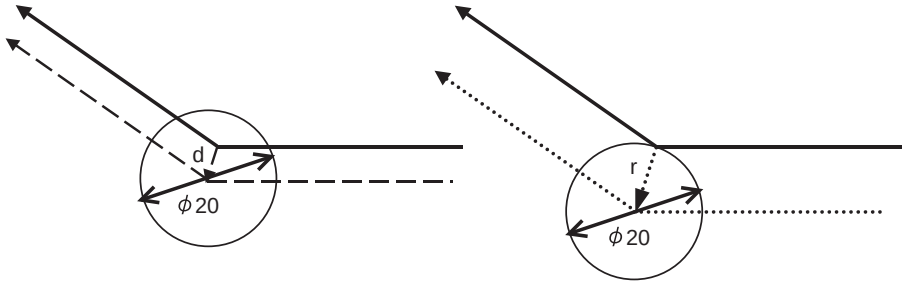
Принцип действия и назначение

Эта функция позволяет указывать величину компенсации радиуса инструмента в виде диаметра инструмента. Если параметр управления "#8117 OFS Diam DESIGN" включен, то величина компенсации, указанная для заданного номера инструмента, интерпретируется как диаметральная величина компенсации. При выполнении компенсации эта величина пересчитывается в величину компенсации радиуса.

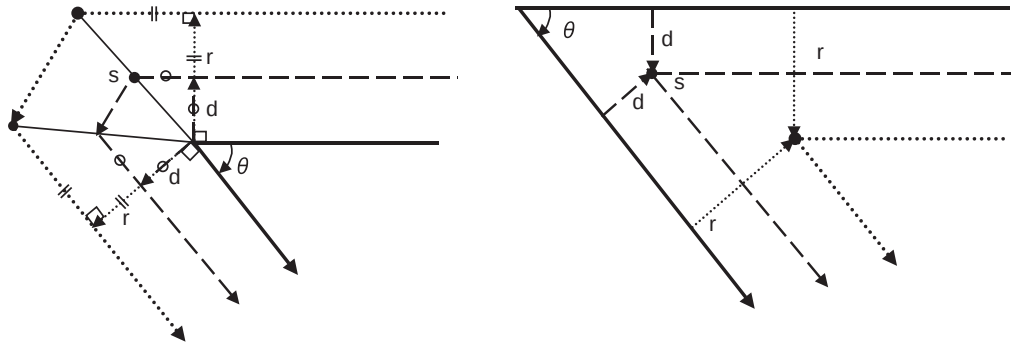
Пример операции

Принцип работы, если величина компенсации задается как диаметр

Если задается величина компенсации радиуса инструмента D =10.0 и при этом параметр "#8117" включен (установлен на "1"), то действительная величина компенсации радиуса инструмента "d" равна 5.0.
(Если параметр "#8117" выключен (установлен на "0"), то величина компенсации радиуса инструмента "r" равна 10.0.)



(1) Линейная -> линейная на углу детали (острый угол)



Снаружи угла детали

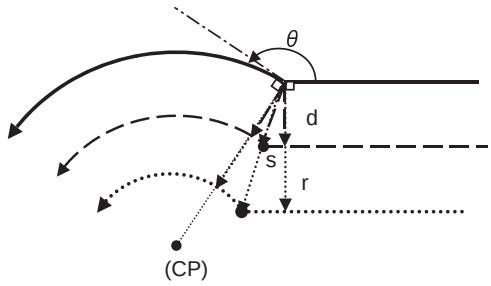
Внутри угла детали

Запрограммированная траектория

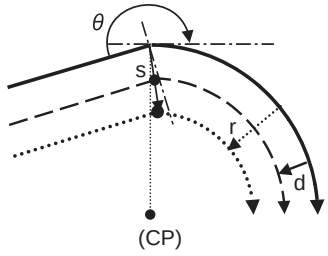
Траектория центра инструмента (если #8117 включен)

Траектория центра инструмента (если #8117 выключен)

(2) Линейная -> дуга (тупой угол)

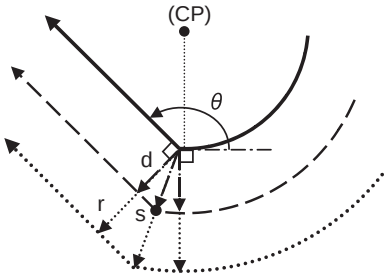


Снаружи угла детали

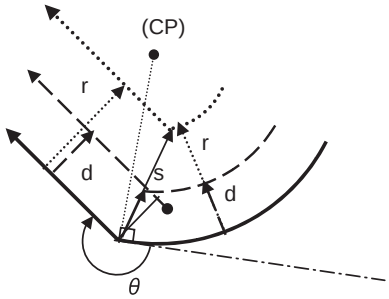


Внутри угла детали

(3) Дуга -> линейная (тупой угол)



Снаружи угла детали



Внутри угла детали

———	Запрограммированная траектория
- - - -	Траектория центра инструмента (если #8117 включен)
·····	Траектория центра инструмента (если #8117 выключен)
(CP)	центр дуги

Ограничения

(1) Если величина компенсации радиуса инструмента уже настроена, то величина компенсации не изменяется даже при изменении параметра "8117".

(2) Будьте внимательны, чтобы не изменять параметр #8117 во время компенсации. Если этот параметр изменен функцией ввода параметров с помощью программы, возникает ошибка программы (P421).

(3) Если параметр #8117 включен, а параметр "#1037 cmdtyp" установлен на "2", то данные износа радиуса инструмента также интерпретируются как диаметральная величина компенсации, т. е. при выполнении компенсации они пересчитываются в радиус.

(4) Диаметральное задание величины компенсации радиуса инструмента можно использовать для управления сроком службы инструмента.

(5) На функцию измерения радиуса инструмента параметр #8117 не влияет.

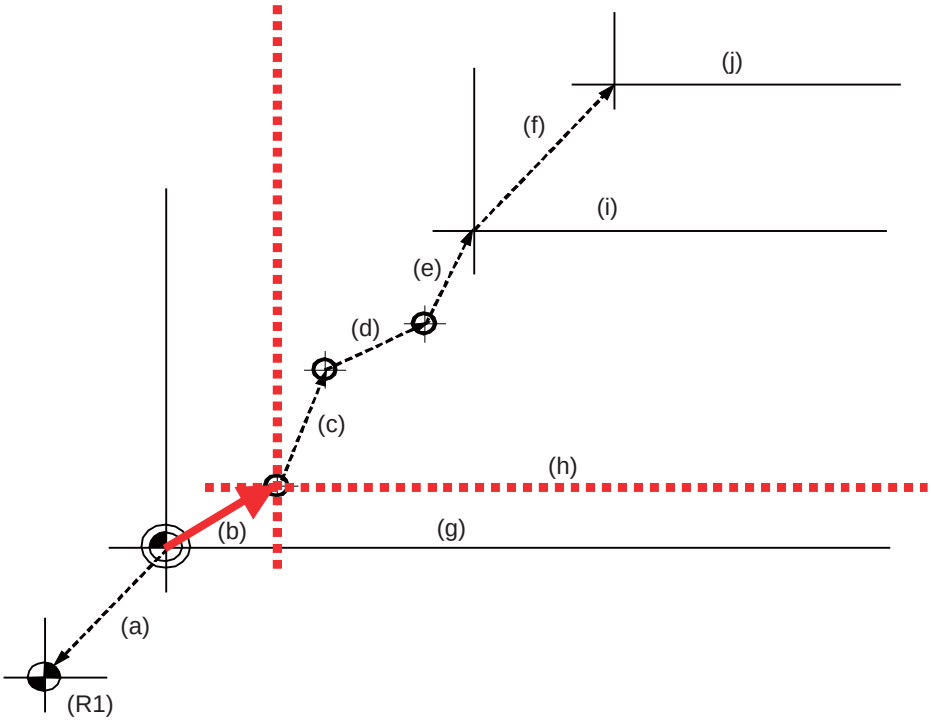
12.4.10 Изменение координаты детали во время компенсации радиуса

Принцип действия и назначение

Если выполняется компенсация радиуса инструмента, траектория центра инструмента рассчитывается на основе позиции в системе координат. Установленную систему координат можно изменить с помощью параметра.

Подробное описание

Если параметр равен "0", компенсация радиуса инструмента рассчитывается на основе позиции в системе координат детали.
Если параметр равен "1", компенсация радиуса инструмента рассчитывается на основе позиции в системе координат программы.
Системы координат программы определяются, как это показано на рисунке ниже.



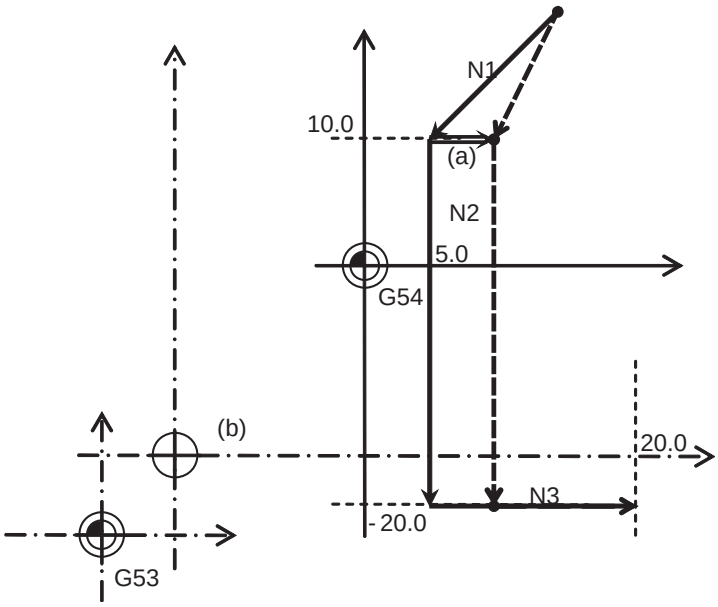
(R1) 1-я референтная позиция
(a) Смещение 1-й референтной позиции
(b) Смещение величины прерывания
(c) Смещение расширенной системы координат детали / G54.2Pn Смещение расширенной системы координат детали
(d) Смещение G92
(e) Смещение системы координат заготовки
(f) Смещение локальной системы координат
(g) Базовая система координат станка G53
(h) Система координат программы
(I) G54...G59 / G54.1Pn Система координат детали / Расширенная система координат детали
(j) Локальная система координат G52

Система координат изменяется с помощью параметра следующим образом.

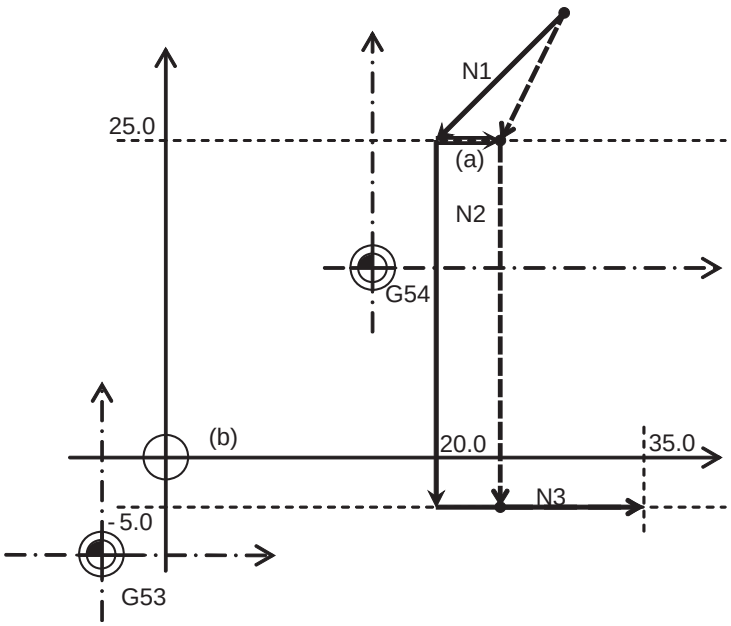
G90 G54 G00 X15. Y20.;
N1 G41 D3 X5. Y10. ;
N2 G01 Y-20. F1000 ;
N3 G40 X30. ;
M30 ;

D3 = 5.000
Смещение G54
X15.000
Y15.000

(1) параметр = 0



(2) параметр = 1

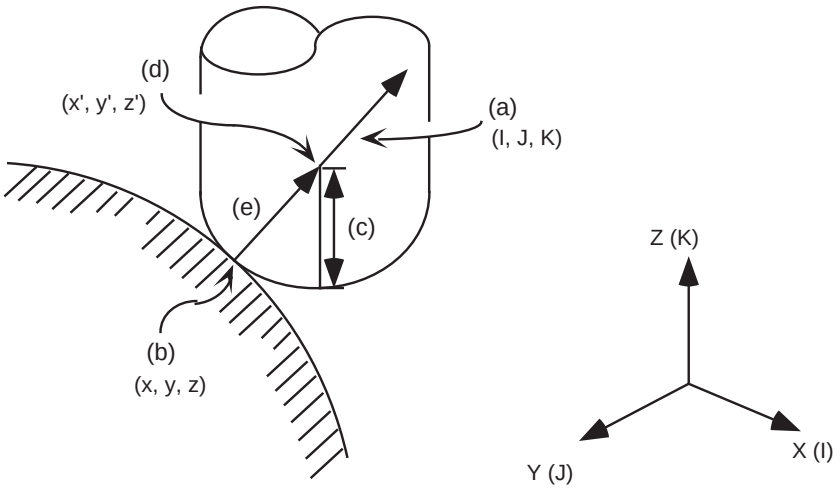


———	Запрограммированная траектория	(a)	Вектор компенсации
- - - -	Траектория центра инструмента	(b)	Система координат программы

12.5 Трехмерная компенсация радиуса инструмента ; G40/G41,G42

Принцип действия и назначение

Трехмерная компенсация радиуса инструмента компенсирует инструмент в трехмерном пространстве, определяемом заданным в команде трехмерным вектором.



Как это показано выше, инструмент перемещается в позицию центра инструмента (x', y', z') (d), которая скомпенсирована по радиусу инструмента "r" (c) относительно запрограммированной позиции (x, y, z) (b) в соответствии с вектором нормали плоскости (I, J, K) (a).
В отличие от двухмерной компенсации радиуса инструмента, создающей векторы под прямым углом к направлению (I, J, K), трехмерная компенсация радиуса инструмента создает вектор в направлении (I, J, K). (Вектор создается в конечной точке кадра.)

Вектор трехмерной компенсации (компенсация) (e) имеет осевые компоненты, изображенные ниже.

$$Hx = \frac{I}{\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}} \times r$$

$$H_Y = \frac{J}{\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}} \times r$$

$$H_Z = \frac{K}{\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}} \times r$$

Таким образом, каждая из координат центра инструмента (x', y', z') (d) определяется по нижеприведенным формулам. Учитывайте, что (x, y, z) являются запрограммированными координатами позиции.

$$x' = x + Hx$$
$$y' = y + Hy$$
$$z' = z + Hz$$

(Примечания 1)Трехмерный вектор компенсации (Hx, Hy, Hz) относится к вектору нормали плоскости, направление которого совпадает с направлением вектора нормали плоскости (I, J, K), а модуль равен радиусу инструмента "r".
(Примечания 2)Если параметр обработки "#8071 3-D CMP" установлен на иное значение кроме "0", то в качестве модуля $\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}$ используется значение параметра "#8071 3-D CMP". (более подробную информацию см. в руководстве по настройке)
(Примечания 3)Эта функция необязательна. Если эта функция задана, однако ее нет в спецификациях, возникает ошибка.

Формат команды

G41(G42) X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ D__ ; ... Запускается трехмерная компенсация радиуса инструмента.

X__ Y__ Z__ I__ J__ K__; ... В режиме компенсации задается новый вектор нормали плоскости.

G40; (или D00;) ... Отмена трехмерной компенсации радиуса инструмента.

G40 X__ Y__ Z__; (или X__ Y__ Z__ D00;) ... Отмена трехмерной компенсации радиуса инструмента.

G41	Команда трехмерной компенсации радиуса инструмента (направление +)
G42	Команда трехмерной компенсации радиуса инструмента (направление -)
G40	Команда отмены трехмерной компенсации радиуса инструмента
X, Y, Z	Пространство компенсации команды движения оси
I, J, K	Вектор нормали плоскости
D	Номер компенсации (учитывайте, что при задании "D00" трехмерная компенсация радиуса инструмента отменяется, даже если команда G40 не задана.)

Задавайте команду номера компенсации D и вектор нормали плоскости (I, J, K) в одном и том же кадре с командой трехмерной компенсации радиуса инструмента G41 (G42).
Если задана лишь одна или две оси, применяется обычная компенсация радиуса инструмента. (Если оси установлены на "0", эта команда действует.)

G код	**Величина компенсации:**		**D00**
	+	**-**	
G40	Отмена	Отмена	Отмена
G41	Направление I, J, K	Обратное направление I, J, K	Отмена
G42	Обратное направление I, J, K	Направление I, J, K	Отмена

Подробное описание

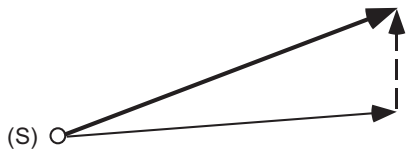
Пространство компенсации определяется командами адресов осей (X, Y, Z, U, V, W) в кадре, в котором запускается трехмерная компенсация радиуса инструмента.	(Пример) G17 ; G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;	Пространство X Y Z
	G17 ; G41 Yy Ii Jj Kk ;	Пространство X Y Z
Здесь, U, V и W являются дополнительными осями для осей X, Y и Z. Если в кадре запуска трехмерной компенсации радиуса инструмента одновременно заданы ось X и ось U (Y и V, Z и W), то приоритет имеет ось, использованная в команде выбора плоскости. Если адрес оси не задан, это интерпретируется так, как если бы в качестве координатных осей были заданы оси X, Y и Z.	G17 V ; G41 Xx Vv Zz Ii Jj Kk ;	Пространство X V Z
	G17 W ; G41 Ww Ii Jj Kk ;	Пространство X Y W
	G17 ; G41 Xx Yy Zz Ww Ii Jj Kk ;	Пространство X Y Z
	G17 ; G41 Xx Yy Zz Ww Ii Jj Kk ;	Пространство X Y W
	G17 ; G41 Ii Jj Kk ;	Пространство X Y Z
	G17 U ; G41 Ii Jj Kk ;	Пространство U Y Z

Пример операции

Запуск компенсации

(1) Если имеется команда движения

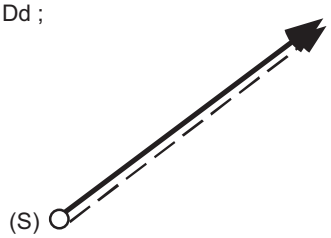
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd ;



(S) Начальная точка
Траектория центра инструмента
Запрограммированная траектория
Трехмерный вектор компенсации

(2) Если команды движения нет

G41 Ii Jj Kk Dd ;

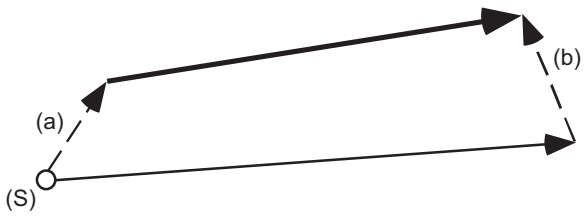


(S) начальная точка
траектория центра инструмента
трехмерный вектор компенсации

движение во время компенсации

(3) Если имеется команда движения и команда вектора нормали к плоскости

Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;



(S) начальная точка
(a) прежний вектор
(b) новый вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

(4) Если команда вектора нормали к плоскости отсутствует

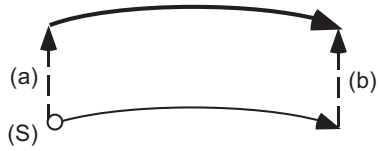
Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;

(S) начальная точка
(a) прежний вектор
(b) новый вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

(5) Для дуговой или винтовой резки

Команды I, J, K для круговой или винтовой резки интерпретируются как команды центра окружности. Таким образом, новый вектор эквивалентен прежнему вектору.
Даже при использовании метода с указанием R заданные адреса I, J, K игнорируются и новый вектор не отличается от прежнего.

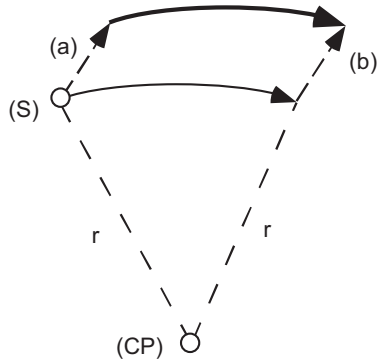
G02 Xx Yy (Zz) Ii Jj ; Координаты I, J(K) обозначают центр окружности
или
02 Xx Yy (Zz) Rr ; Указание окружности с помощью R



(S) начальная точка
(a) прежний вектор
(b) новый вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

(Примечание) Во время круговой или винтовой резки координата центра не смещается. Таким образом, если при нижеуказанном векторе заданы адреса I, J, K, возникает ошибка программы (P70).

G02 Xx Yy (Zz) Ii Jj ; Координаты I, J(K) обозначают центр окружности
или
G02 Xx Yy (Zz) Rr ; Указание окружности с помощью R



(S) начальная точка
(a) прежний вектор
(b) новый вектор
(CP) центр дуги
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

движение во время компенсация радиуса инструмента

(6) Если требуется изменить величину компенсации

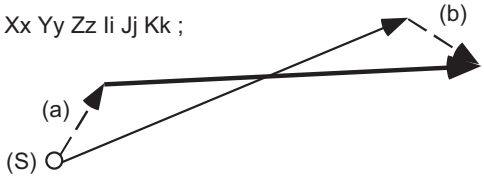
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd1 ;
:
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd2 ;

(S) начальная точка
(a) прежний вектор
(b) новый вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

(Примечание)Если I, J, K не заданы в кадре, в котором требуется изменить величину компенсации, то новый вектор будет эквивалентен прежнему. В этом случае модальное состояние изменяется, однако величина компенсации изменяется только при указании I, J, K.

(7) Если требуется изменить направление компенсации

G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd1 ;
:
G42 Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;



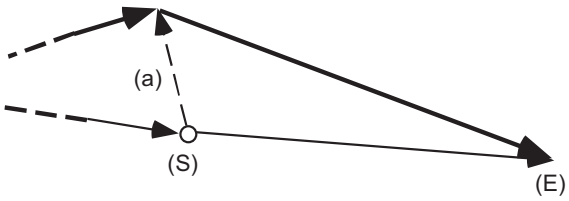
(S) начальная точка
(a) прежний вектор
(b) новый вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

(Примечания 1)Если I, J и K не заданы в кадре, в котором требуется изменить направление компенсации, то новый вектор будет эквивалентен прежнему и направление компенсации не изменится. В этом случае модальное состояние изменяется, однако направление компенсации изменяется только при указании I, J и K.

(Примечания 2)Если направление компенсации изменяется в кадре дуги (G02/G03), то координаты I, J интерпретируются как центр дуги, т. е. направление компенсации не изменяется.
Даже при методе указания с помощью R заданные координаты I, J и K игнорируются и направление компенсации не изменяется.

(8) Если имеется команда движения

G40 Xx Yy Zz ; (или Xx Yy Zz D00 ;)

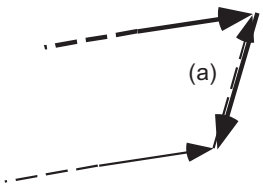


(S) начальная точка
(E) конечная точка
(a) прежний вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

Отмена коррекции радиуса резца

(9) Если команды движения нет

G40; (или D00;)



(a) прежний вектор
траектория центра инструмента
запрограммированная траектория

Связь с другими функциями

Обычная компенсация радиуса инструмента

Если в кадре запуска трехмерной компенсации радиуса инструмента не задан вектор нормали плоскости (I, J, K) для всех трех осей, выполняется обычная компенсация радиуса инструмента.
Если во время трехмерной компенсации радиуса инструмента задана команда G41 (G42), однако не задан вектор нормали плоскости, то модальное состояние изменяется, однако продолжает использоваться прежний вектор.
Если во время компенсации радиуса инструмента задана команда G41 (G42) с вектором нормали плоскости, эта команда игнорируется и выполняется обычная компенсация радиуса инструмента.

Компенсация длины инструмента

Компенсация длины инструмента применяется к координатам после трехмерной компенсации радиуса инструмента.

Смещение позиции инструмента

Смещение позиции инструмента применяется к координатам после трехмерной компенсации радиуса инструмента.

Стандартные циклы

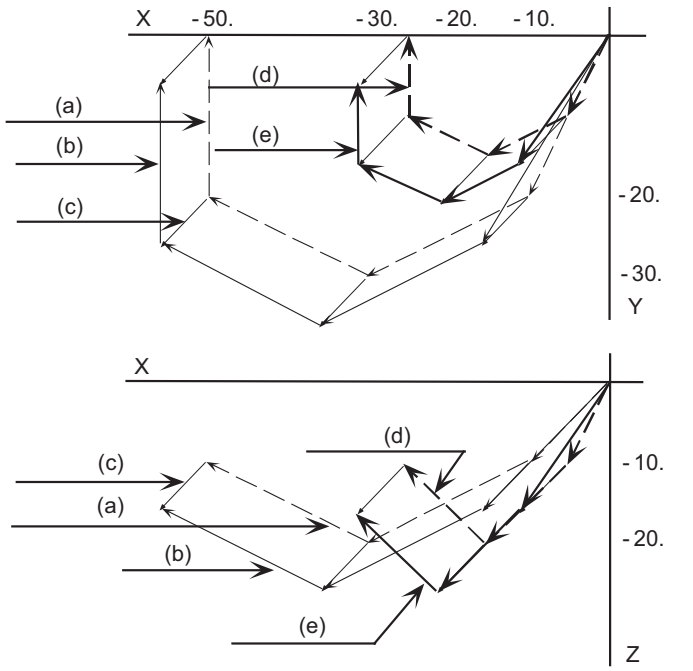
Возникает ошибка программы (P155).

Масштабирование

Масштабирование применяется к координатам до трехмерной компенсации радиуса инструмента.
Масштабирование не применяется к вектору нормали плоскости (I, J, K).

```
D1=10.

G90 ;
G51 X0 Y0 P0.5 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5. K-5. ;
N2 X-30. Y-30. Z-20. ;
N3 X-50. Y-20. Z-10. ;
N4 Y0. ;

N1(  -5.000, -10.000, -10.000 )
N1( -10.773, -15.773, -15.773 )

N2( -15.000, -15.000, -20.000 )
N2( -20.773, -20.773, -25.773 )

N3( -25.000, -10.000, -10.000 )
N3( -30.773, -15.773, -15.773 )

N4(-25.000, 0.000, -10.000)
N4(-30.773, -5.773, -15.773)
```

* Верхний:
позиция программы после масштабирования
Нижний:
позиция после масштабирования и компенсации



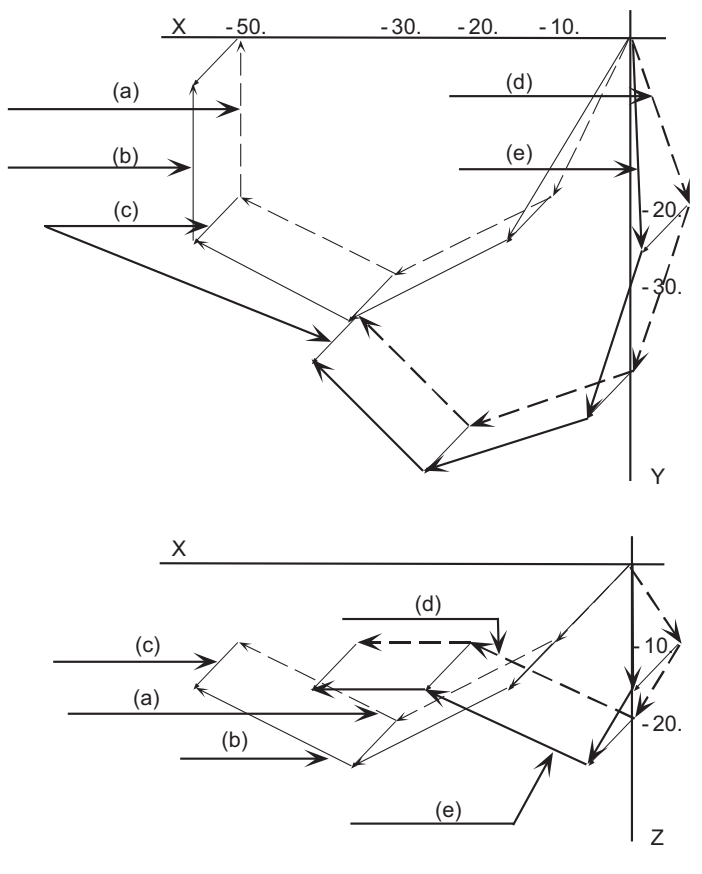
(a) запрограммированная траектория (b) траектория после компенсации (c) вектор нормали плоскости

(d) запрограммированная траектория после масштабирования (e) траектория после масштабирования и компенсации

Поворот координат с помощью программы

Программный поворот координат применяется к координатам до трехмерной компенсации радиуса инструмента. Вектор нормали плоскости (I, J, K) не поворачивается.

```
D1=10.

G90 ;
G68 X0 Y0 R45. ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5. K-5. ;
N2 X-30. Y-30. Z-20. ;
N3 X-50. Y-20. Z-10. ;
N4 Y0. ;


N1(   7.071, -21.213, -10.000 )
N1(   1.298, -26.986, -15.773 )

N2(   0.000, -42.426, -20.000 )
N2(  -5.773, -48.199, -25.773 )

N3( -21.213, -49.497, -10.000 )
N3( -26.986, -55.270, -15.773 )

N4(-35.355, -35.355, -10.000)
N4(-41.128, -41.128, -15.773)
*   Верхний:
позиция программы после поворота координат
Нижний:
позиция после поворота координат и компенсации
```



(a) запрограммированная траектория
(b) траектория после компенсации
(c) вектор нормали плоскости
(d) запрограммированная траектория после поворота координат
(e) траектория после поворота координат и компенсации

Поворот координат с помощью параметра

Поворот координат на основе параметра применяется к координатам после трехмерной компенсации радиуса инструмента. Поворачивается вектор нормали плоскости (I, J, K).

Зеркальное отображение

Зеркальное отображение применяется к координатам после трехмерной компенсации радиуса инструмента. Зеркальное отображение применяется к вектору нормали плоскости (I, J, K).

Пропуск

Возникает ошибка программы (P608).

Контроль референтной позиции

Величина компенсации не отменяется. Таким образом, если эта команда задана во время трехмерной компенсации радиуса инструмента, траектория отклоняется на величину компенсации. Возникает ошибка программы (P434).

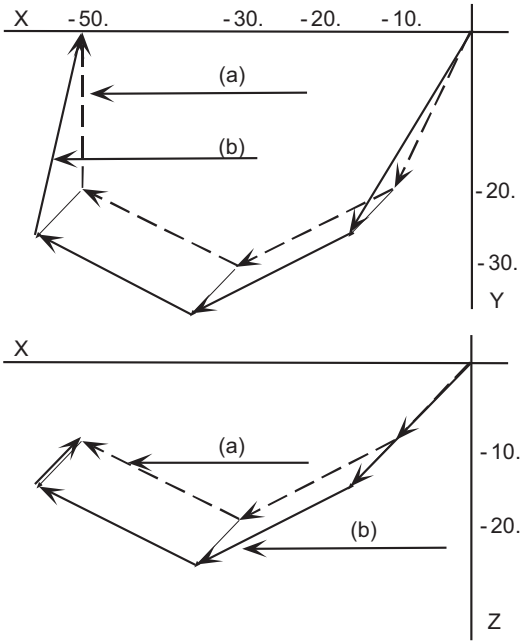
Автоматическая подмена в углу детали

Во время трехмерной компенсации радиуса инструмента автоматическая подмена в углу детали не действует.

Выбор системы координат станка

(1) Для абсолютной команды все оси временно отменяются в позиции с заданными координатами.

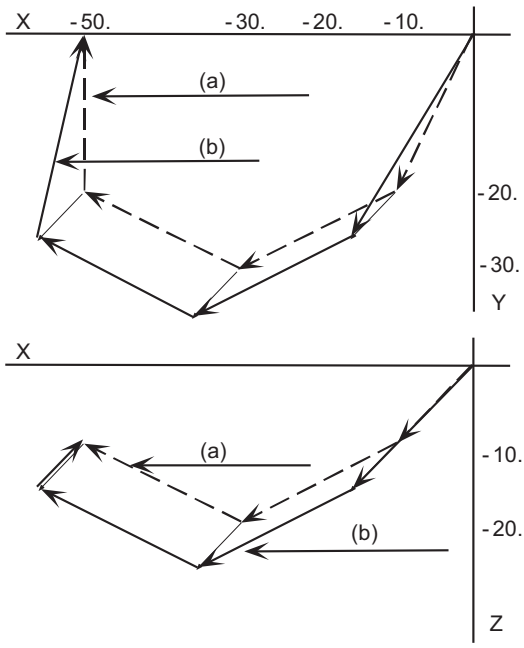
```
D1=10.

G90 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5. K-5. ;
N2 X-30. Y-30. Z-20. ;
N3 X-50. Y-20. Z-10. ;
N4 G53 Y0 ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4(-50.000, 0.000, -10.000)
N4(-50.000, 0.000, -10.000)
*   Верхний: позиция программы
Нижний: позиция после компенсации
```



(a) запрограммированная траектория (b) траектория после компенсации

(2) Для инкрементной команды ось перемещается на величину, полученную путем вычитания вектора каждой оси из инкрементной величины перемещения. (Величина компенсации временно отменяется)

```
D1=10.

G91 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5. K-5. ;
N2 X-20. Y-10. Z-10. ;
N3 X-20. Y10. Z10. ;
N4 G53 Y20. ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4(-50.000, 0.000, -10.000)
N4(-50.000, 0.000, -10.000)
*   Верхний: позиция программы
Нижний: позиция после компенсации
```

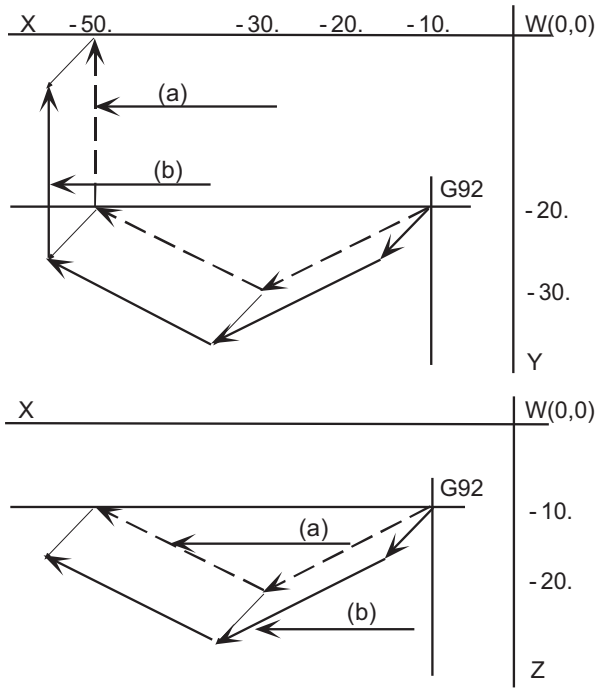


(a) запрограммированная траектория (b) траектория после компенсации

Задание системы координат

В случае задания в одном и том же кадре с настройкой системы координат настройка системы координат выполняется и работа запускается независимо с вектором нормали плоскости (I, J, K).

```
D1=10.

G91 ;
N1 G92 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5. K-5. ;
N2 X-20. Y-10. Z-10. ;
N3 X-30. Y-10. Z10. ;
N4 Y20. ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4(-50.000, 0.000, -10.000)
N4(-55.773, -5.773, -15.773)
*   Верхний: позиция программы
Нижний: позиция после компенсации
```

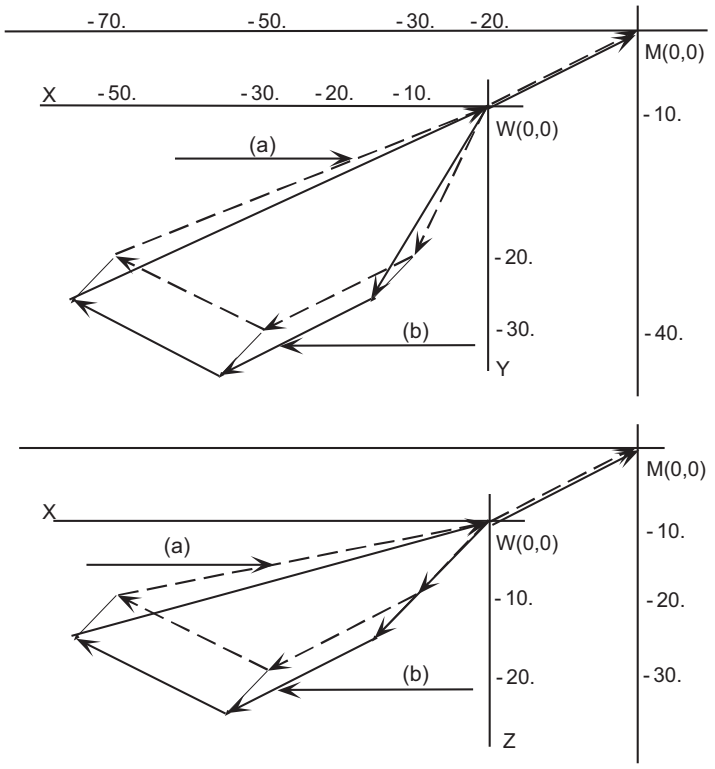


(a) запрограммированная траектория (b) траектория после компенсации

Возврат в опорную позицию

Все оси временно отменяются в промежуточной точке.

```
D1=10.

G91 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5. K-5. ;
N2 X-20. Y-10. Z-10. ;
N3 X-20. Y10. Z10. ;
N4 G28 X0 Y0 Z0 ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4(   0.000,   0.000,   0.000 )
N4(   0.000,   0.000,   0.000 )

N4(20.000, 10.000, 10.000)
N4(20.000, 10.000, 10.000)
*     Верхний: координата позиции детали
Нижний: позиция после компенсации
```



(a) запрограммированная траектория (b) траектория после компенсации

Сброс ЧПУ

Если во время трехмерной компенсации радиуса инструмента выполнен сброс ЧПУ, трехмерная компенсация радиуса инструмента отменяется.

Аварийная остановка

Трехмерная компенсация радиуса инструмента отменяется в результате аварийного останова или в результате отмены аварийного останова во время трехмерной компенсации радиуса инструмента.

Ограничения

(1) Номер компенсации выбирается с помощью адреса D, однако адрес D действителен только в случае задания команд G41 или G42. Если адрес D указан, действует номер из предыдущего адреса D.

(2) Переключайте режим на режим компенсации в режиме G00 или G01. Если переключение выполнено во время режима дуги, возникает ошибка программы (P150).
Направление и величина компенсации после изменения режима начинает действовать с кадра, в котором заданы I, J и K в режиме G00 или G01. Если трехмерная компенсация радиуса инструмента задана во время режима дуги в кадре, не содержащем вектор нормали плоскости (I, J, K), изменяется только модальная информация.
Вектор нормали плоскости активируется начиная с кадра, в котором заданы I, J и K.

(3) Во время режима трехмерной компенсации радиуса инструмента в определенном пространстве не возможно переключить пространство на другое и выполнить трехмерную компенсацию радиуса инструмента. Чтобы переключить пространство компенсации, сначала обязательно отмените режим компенсации с помощью команды G40 или D00.
(Пример)

G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;	Компенсация запускается в пространстве X, Y, Z.
:	:
:	:
G41 Uu Yy Zz Ii Jj Kk ;	Компенсация выполняется в пространстве X, Y, Z и ось U движется на величину команды.

(4) Если при стандартных спецификациях указан номер компенсации D вне диапазона 1...

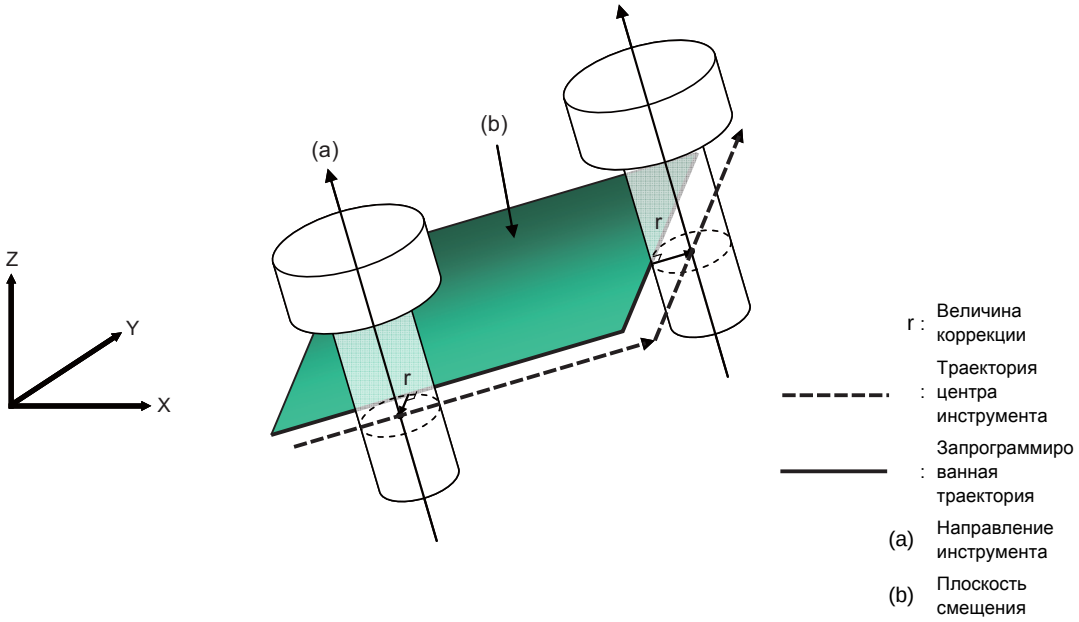
(5) Для отмены трехмерной компенсации радиуса инструмента можно использовать только команды G40 и D00.

(6) Если произошло превышение максимально допустимой величины ($I^2+J^2+K^2$) вектора, заданного с помощью I, J и K, возникает ошибка программы (P35).

12.6 Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки ; G40/ G41.2,G42.2

Принцип действия и назначение

Эта функция реализует компенсацию радиуса инструмента для 5-осевого станка с 2 поворотными осями. Функция рассчитывает изменение инструмента в направлении детали и наклон инструмента, вызванные перемещением поворотных осей. Компенсация радиуса инструмента выполняется путем расчета траектории инструмента на поверхности детали из команды программы с получением вектора компенсации в плоскости, перпендикулярной направлению инструмента (плоскость смещения).



Эта функция возможна только для 5-осевой обработки. Кроме того, необходимо наличие соответствующей опции.
Если опция не имеется, возникает ошибка программы (P161).

Формат команды

G41.2 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ D_; ... Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки слева

G42.2 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ D_; ... Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки справа

G40 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_; (или X_ Y_ Z_ A_ B_ C_D00;) ... Отмена компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки

X,Y,Z	Команда движения ортогональной оси (можно не указывать)
A,B,C	Команда движения поворотной оси (можно не указывать)
D	Номер коррекции

(Примечание)Все G-коды в команде вышеприведенного формата относятся к модальной группе 7.

Подробное описание

Эта функция вычисляет изменение инструмента в направлении детали и наклон инструмента, вызванные перемещением поворотных осей, и проецирует запрограммированную траекторию инструмента на плоскость смещения (перпендикулярную к направлению инструмента в точке компенсации), чтобы выполнить компенсацию радиуса инструмента для 5-осевой обработки. (Более подробное описание плоскости смещения см. в разделе "Как рассчитывается вектор компенсации".)
Операции при запуске/отмене и в режиме компенсации в плоскости смещения соответствуют обычной компенсации радиуса инструмента. Операции, не описываемые в этом разделе, см. в разделе "Компенсация радиуса инструмента".

Начало компенсации радиуса инструмента (запуск)

Вариант запуска компенсации (тип A или тип B) можно выбрать с помощью параметра "#8157 Radius comp type B", аналогично обычной компенсации радиуса инструмента. Описание вариантов "тип A" и "тип B" см. в разделе "Компенсация радиуса инструмента".
Для запуска должен использоваться один из модальных G-кодов, перечисленных в подпункте "Возможные режимы" пункта "Связь с другими функциями". Если используется модальный код, не упомянутый в перечне, возникает ошибка программы (P163).

Операция компенсации радиуса инструмента

Перечень функций, которые можно использовать во время компенсации, см. в подпункте "Возможные команды" пункта "Связь с другими функциями". При задании невозможной функции возникает ошибка программы (P162). При компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки контроль на столкновение не возможен.

Отмена коррекции радиуса резца

Если выполняется какое-либо из следующих условий, компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки отменяется.

(1) подача команды отмены компенсации (G40)
(2) подача команды номера смещения D00
(3) выполнение "Сброса ЧПУ 1" (примечание 1)
(4) выполнение "Сброса 2" и "Сброса и обратной перемотки"

Как и вариант запуска, вариант отмены компенсации (тип A или тип B) можно выбрать с помощью параметра "#8157 Radius comp type B".
(Примечания 1)Если параметр "#1151 rstint" включен, компенсация отменена.

Как рассчитывается вектор компенсации

Ниже изложены принципы расчета вектора компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки.

(1) Команда программы преобразуется в траекторию на поверхности системы координат стола. Если стол поворачивается, система координат стола поворачивается вместе с обрабатываемой деталью (рис. 1). Командная траектория в этой системе координат является относительной командной траекторией инструмента относительно детали.

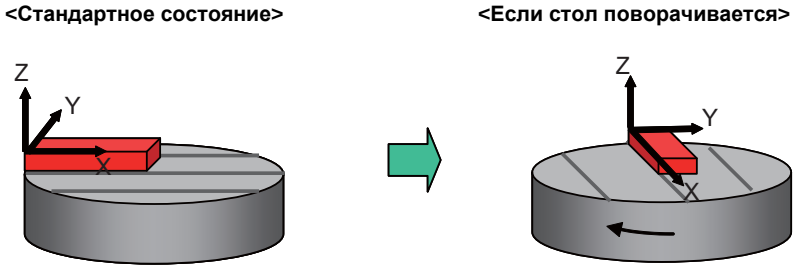


Рис. 1 Система координат стола

(2) Полученная траектория в системе координат стола проецируется на плоскость смещения (перпендикулярную к направлению оси инструмента в точке компенсации) и при этом рассчитываются точки (A' и C' на рис. 2) на плоскости смещения.

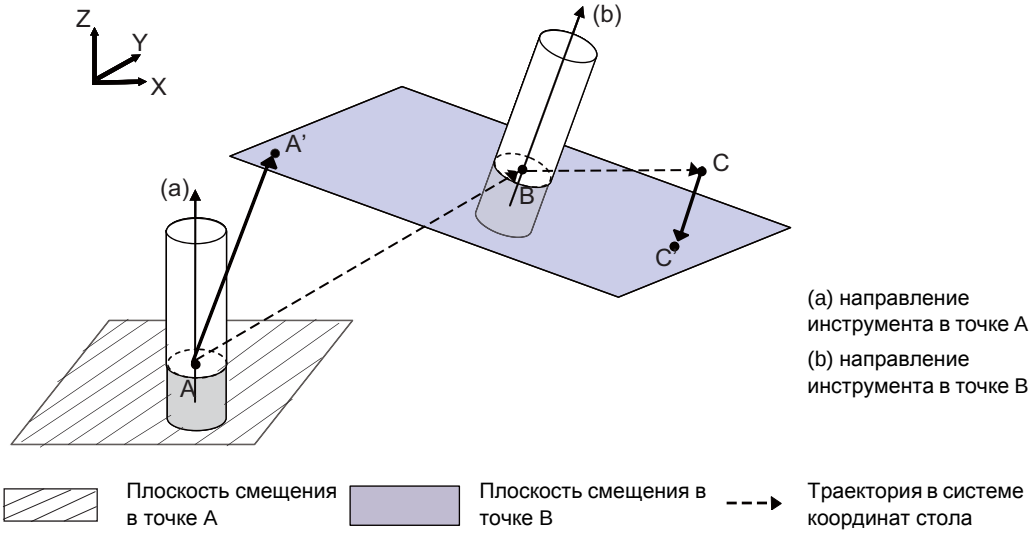


Рис. 2 Преобразование в точки на плоскости смещения

(3) Выполняется обычная компенсация радиуса инструмента в плоскости смещения и рассчитывается вектор компенсации в плоскости смещения.

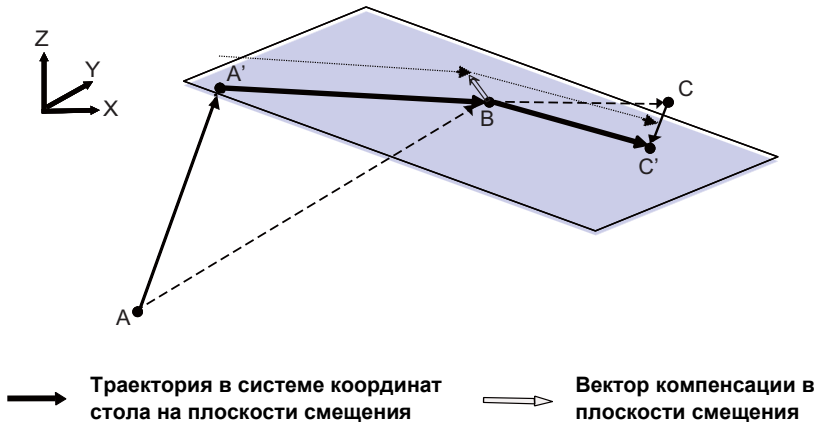


Рис. 3 Компенсация в плоскости смещения

При вставлении кадра

Если при обработке угла детали вставлен кадр, направление инструмента при покадровом останове эквивалентно направлению предыдущего кадра. (Аналогично скорости подачи и другим модальным данным, угол поворота предыдущего кадра сохраняется прежним.)

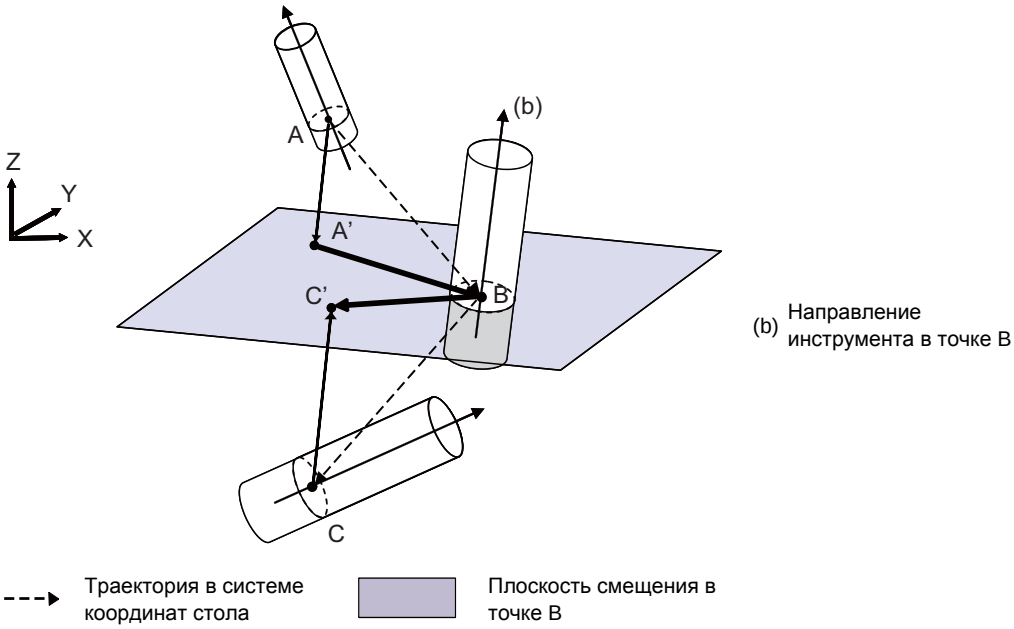


Рис. 4 В случае вставления кадра

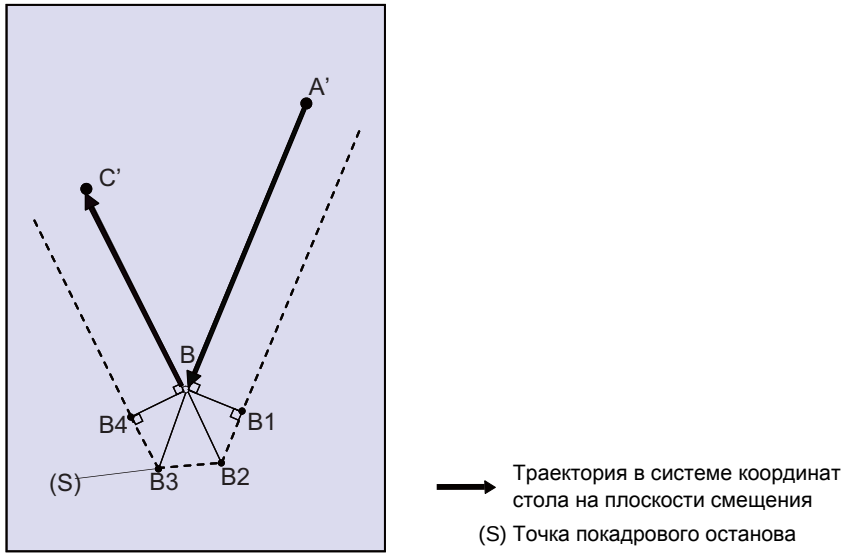


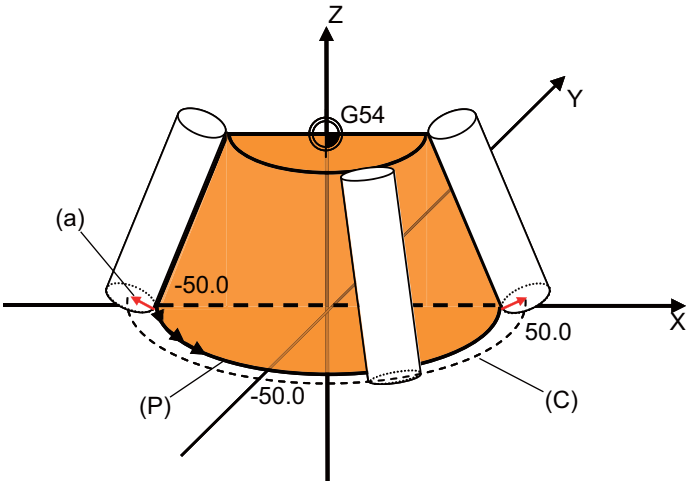
Рис. 5 Плоскость смещения в точке B

Если программа движется из A в B и C, как это показано на рис. 4, то в точке B образуется плоскость смещения, показанная на рис. 5. Точка B2-B3 представляет собой вставленный кадр. Направление инструмента на участке B2-B3 не отличается от направления в точке B2 и инструмент движется в плоскости смещения, образованной в точке B.

Пример программы

```
N1      G28 Z
N2      G28 BC
N3      G28 XY
N4      G90 G54 G00 X-60. Y0.
N5      G00 B30.
N6      G43.4 H1 Z-50.
N7      G42.2 G01 X-50. D1
N8              G01 X-49.990 Y-1.000 C 1.15
N9              G01 X-49.960 Y-1.999 C 2.29
N10             G01 X-49.910 Y-2.998 C 3.44
 :
 :
N200            G01 X50. Y0. C180.
N201            G01 Z0.
N202    G40
N203    G49
N204    G28 Z
N205    G28 BC
N206    G28 X
M30
```

(D1 =5.0, H1 =50.0)



(a) величина компенсации

(P) запрограммированная траектория

(C) траектория центра инструмента

Связь с другими функциями

Команды, которые можно задавать в том же кадре

	Функция
G00	Позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G90	Задание в абсолютных значениях
G91	Команда инкрементного значения
F	Команда скорости подачи
N :	№ряда

Если в одном и том же кадре с компенсацией радиуса инструмента для 5-осевой обработки заданы команды, не упомянутые в этом перечне, возникает ошибка программы (P163).

Возможные команды

	Функция
G00	Позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G04	Выдержка времени
G05 P0, G05 P1, G05 P2	Режим высокоскоростной обработки
G05 P0, G05 P10000	Высокоскоростное высокоточное управление II
G08 P0, G08 P1	Высокоточное управление
G09	Точный останов
G20, G21	Дюймы / метрические единицы (примечание)
G22, G23	Включение проверки хода перед перемещением/ВЫКЛ.
G40	Отмена коррекции радиуса резца
G40	Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки, слева/справа
G61	Режим контроля точного останова
G61,1	Включение высокоточного управления I
G64	Режим резания
G65	Простой макровызов пользователя
G66	Модальный вызов пользовательского макроса A
G66,1	Модальный вызов пользовательского макроса B
G67	Отмена модального вызова пользовательского макроса
G90, G91	Абсолютное / инкрементное задание
G93	Подача в функции, обратной времени
G94	Вид подачи
G95	Оборотная подача
G96, G97	Управление постоянной скоростью резания вкл./выкл.
M98, M99	Вызов подпрограммы, возврат в основную программу
F	Команда скорости подачи
M, S, T, B	Команда M, S, T, B
Команда макроса	Команды локальных переменных, общих переменных, арифметические команды (например, четыре основных арифметических действия, тригонометрические функции, квадратный корень), управляющие команды (IF-GOTO и WHILE-DO)
N	№ряда

(Примечание)Если во время компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки задается команда переключения между дюймами и метрическими единицами, возникает ошибка программы (P162).

Возможные режимы

	Функция
G00, G01	Позиционирование, линейная интерполяция
G17, G18, G19	Выбор плоскости
G20, G21	Дюймы / метрические единицы
G22, G23	Включение/выключение проверки хода перед перемещением
G40	Отмена коррекции радиуса резца
G40.1, G150	Отмена управления нормалью
G40	Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки, слева/справа
G43, G44	Компенсация длины инструмента (+/-)
G43,1	Компенсация длины инструмента в направлении его оси
G43.4, G43.5	Управление центром инструмента, тип I/II
G49	Отмена компенсации длины инструмента
G50	Отмена масштабирования
G50,1	Отмена зеркального отображения с помощью G-команды
G54, G55, G56,G57, G58, G59, G54.1	Выбор рабочей системы координат, выбор расширенной системы координат детали
G54.4Pn	Компенсация ошибки крепления детали
G61	Режим контроля точного останова
G61,1	Включение высокоточного управления I
G64	Режим резания
G67	Отмена модального вызова пользовательского макроса
G68,2	Обработка наклонной поверхности
G68,3	Команда обработки наклонной поверхности (определяется с использованием направления оси инструмента)
G69	Отмена трехмерного преобразования координат
G80	Отмена стандартного цикла
G90,G91	Команда абсолютного/инкрементного задания
G93	Подача в функции, обратной времени
G94	Вид подачи
G95	Оборотная подача
G96, G97	Управление постоянной скоростью резания вкл./выкл.
G98, G99	Возврат на исходный уровень стандартного цикла, возврат на уровень точки R
G15, G13,1, G113	Отмена команды полярных координат

Указания

(1) При компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки контроль на столкновение не возможен. Параметр "#8103 COLL. CHK OFF" для включения/выключения контроля столкновения, действующий при обычной компенсации радиуса инструмента, не действует в отношении компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки.

(2) Команда указания вектора компенсации радиуса инструмента (G38) и команда дуги при компенсации радиуса инструмента на углу детали (G39) не возможны. При подаче такой команды возникает ошибка программы (P162).

(3) Команда снятия фаски / скругления угла детали, линейная угловая команда и геометрическая команда не возможны. При подаче такой команды возникает ошибка программы (P162).

(4) Ручное прерывание, прерывание автоматической операции с помощью рукоятки, одновременное ручное и автоматическое управление, ручная команда скорости, ручной возврат в референтную позицию, маховичковая подача инструмента и маховичковое прерывание, а также режим ручной произвольной подачи вызывают сигнализацию "M01 Illegal op in 5 ax tool R comp 0232" при включении ручного режима.

(5) Использование макропрерывания не возможно. Если в команде указана компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки и при этом действует макропрерывание, возникает ошибка программы (P163). Если при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки задана команда, активирующая макропрерывание (M96), возникает ошибка программы (P162).

(6) Вывод и возврат инструмента не возможны. Включение сигнала указания переходной точки вывода и возврата инструмента и ручного режима вызывает сигнализацию "M01 Illegal op in 5 ax tool R comp 0232".

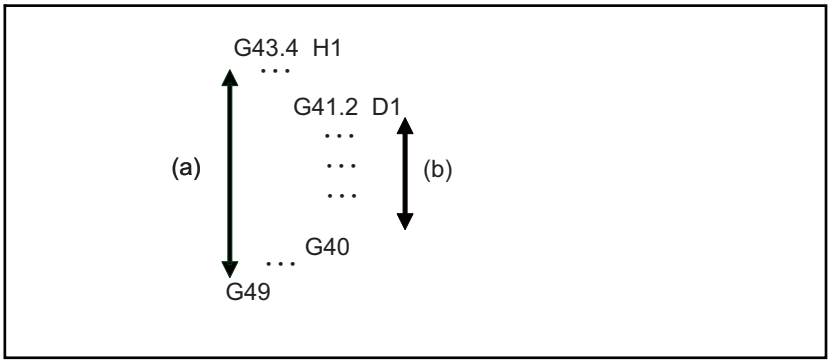
(7) Переключение из какого-либо режима в режим MDI или из режима MDI в другой режим при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки вызывает сигнализацию "M01 Illegal op in 5 ax tool R comp 0232".

(8) Включение сигнала прерывания контроллера при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки вызывает сигнализацию "M01 Illegal op in 5 ax tool R comp 0232".

(9) Зеркальное отображение по внешнему вводу не может использоваться для осей 5-осевой обработки (примечание). Если такая команда задана при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки, возникает ошибка программы (P162). Если команда компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки задается во время зеркального отображения по внешнему вводу, также возникает ошибка программы (P163).

(10) Если компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки задана в режиме обратного движения, или сигнал режима обратного движения включен при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки, возникает ошибка программы (P163).

(11) Команды включения и выключения компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки должны быть вложены в команды включения и выключения управления центром инструмента и задаваться в режиме управления центром инструмента. Если при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки задана команда управления центром инструмента, возникает ошибка программы (P162).



(a) Во время управления центром инструмента

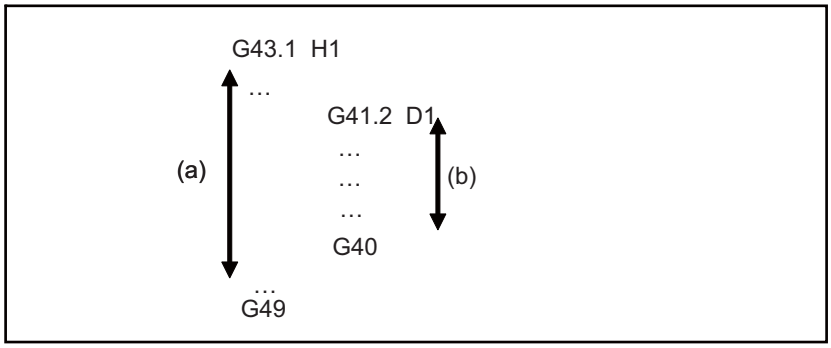
(b) При компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки

(12) При использовании совместно с управлением центром инструмента компенсация применяется к траектории центра инструмента.

(13) Поиск перезапуска из кадра при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки возможен, однако поиск перезапуска из кадра, одновременно использующего управление центром инструмента, не возможен.

(Примечание)Осями 5-осевой обработки являются оси, указанные в параметрах "#7900 RCDAX_I", "#7901 RCDAX_J", "#7902 RCDAX_K", "#7922 ROTAXT1", "#7932 ROTAXT2", "#7942 ROTAXW1" и "#7952 ROTAXW2".

(14) Команды включения и выключения компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки должны быть вложены в команды включения и выключения компенсации длины инструмента в направлении его оси. Они должны задаваться в режиме компенсации длины инструмента в направлении его оси. Если при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки задана команда компенсации длины инструмента в направлении его оси, возникает ошибка программы (P162).

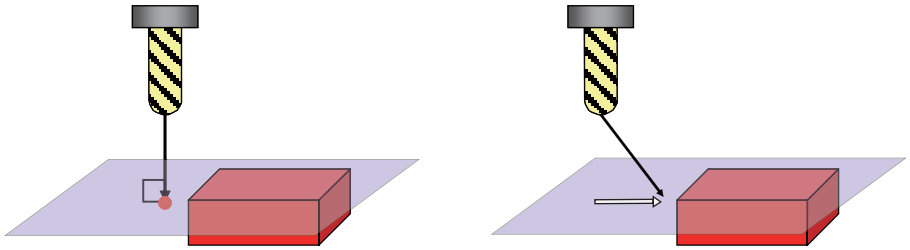


(a) Компенсация длины инструмента в направлении его оси

(b) При трехмерной компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки

(15) Сглаживание в режиме высокоскоростной обработки / высокоскоростного высокоточного управления не возможно. При трехмерной компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки параметр "#8033 Fairing ON" для включения и выключения функции сглаживания в режиме высокоскоростной обработки / высокоскоростного высокоточного управления не действует.

(16) Как это показано на рисунке ниже, рекомендуем приближать инструмент к поверхности детали под углом. Если приближение происходит против направления резания, величина компенсации радиуса инструмента может неправильно проявляться на резании. Поэтому при запуске резания инструмент должен смещаться к поверхности детали под углом к направлению оси инструмента.



×: Величина компенсации радиуса инструмента может проявляться неправильно, так как в плоскости смещения нет движения и не происходит перерасчет величины компенсации радиуса инструмента.

○ : Величина компенсации радиуса инструмента отражается правильно.

Плоскость смещения (перпендикулярная к направлению оси инструмента)

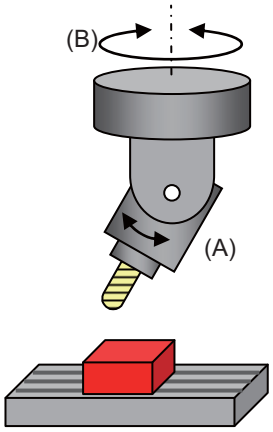
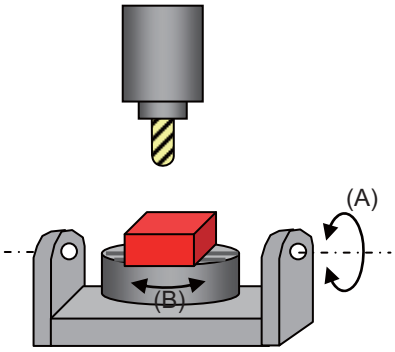
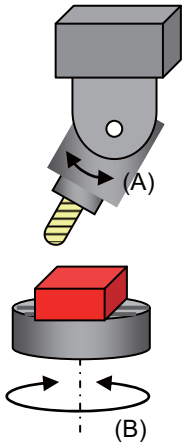
Движение в плоскости смещения.

(17) При компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки коррекция буфера не возможна. При нажатии меню [Prg correct] на экран выводится сообщение об ошибке.

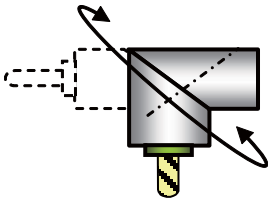
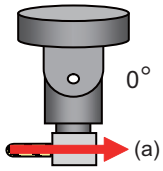
(18) Если компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки задается во время зеркального отображения на основе параметров или по внешнему сигналу, возникает ошибка программы (P163). Если при компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки включен соответствующий параметр, возникает ошибка программы (P162).

(19) Применимы следующие конфигурации осей станков.

(a)Эта функция применима к станкам следующих трех конфигураций.

Тип	Вариант с наклоняемым инструментом	Вариант с наклоняемым столом	Комбинированный тип
Описание	Станок, на котором в головке инструмента имеются две поворотные оси	Станок, стол которого имеет две поворотные оси	Станок, на котором имеется одна поворотная ось в головке инструмента и одна поворотная ось в столе
Примеры станков			
(A)	Поворотная ось на стороне инструмента 2	Поворотная ось на стороне стола 1	Поворотная ось на стороне инструмента
(B)	Поворотная ось на стороне инструмента 1	2-я поворотная ось на стороне стола	Поворотная ось на стороне стола

(b)Эта функция не применима к следующим станкам.

Описание	Примеры станков
Станок, в котором ось центра вращения поворотной оси не параллельна ни одной из ортогональных координатных осей.	
Станок, в котором направление от режущей кромки инструмента к основанию инструмента не параллельно оси Z (положительному направлению оси Z), если все позиции станка поворотных осей равны 0°.	 (a) направление оси инструмента
Станок, в котором три линейные оси не образуют ортогональную систему координат с ориентацией осей по принципу правой руки.	

12.7 Смещение позиции инструмента ; G45...G48

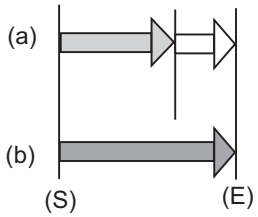
Принцип действия и назначение

С помощью команд G45...G46 расстояние перемещения указанных в том же кадре осей можно увеличить или уменьшить на заданную длину компенсации.
Кроме того, аналогичным образом с помощью команд G47 и G48 величину компенсации можно удвоить (увеличение x 2) или уменьшить наполовину (уменьшение x 2).
Количество наборов для компенсации различается в зависимости от спецификации станка. См. руководство по спецификациям.

D01...Dn
(Предоставленное количество является общим количеством наборов для компенсации длины инструмента, компенсации позиции инструмента и компенсации радиуса инструмента.)

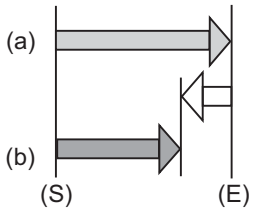
Команда G45

Увеличение только на величину компенсации



Команда G46

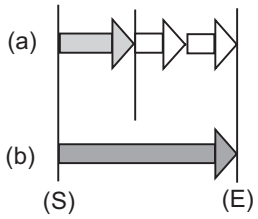
Уменьшение только на величину компенсации



(S) начальная точка
(E) конечная точка
(a) внутреннее арифметическое действие
(b) величина движения

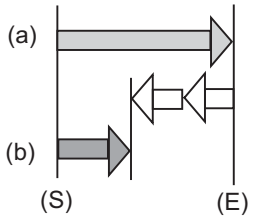
Команда G47

Увеличение на удвоенную величину компенсации



Команда G48

Уменьшение на удвоенную величину компенсации



(значение команды программы) (величина компенсации) (величина движения после компенсации)

Формат команды

G45 X__ Y__ Z__ D__ ; ... Увеличение величины перемещения на величину компенсации, настроенную в памяти компенсации

G46 X__ Y__ Z__ D__ ; ... Уменьшение величины перемещения на величину компенсации, настроенную в памяти компенсации

G47 X__ Y__ Z__ D__ ; ... Увеличение величины перемещения на двойную величину компенсации, настроенную в памяти компенсации

G48 X__ Y__ Z__ D__ ; ... Уменьшение величины перемещения на двойную величину компенсации, настроенную в памяти компенсации

X, Y, Z	Величина движения каждой оси
D	Номер компенсации инструмента

Подробное описание

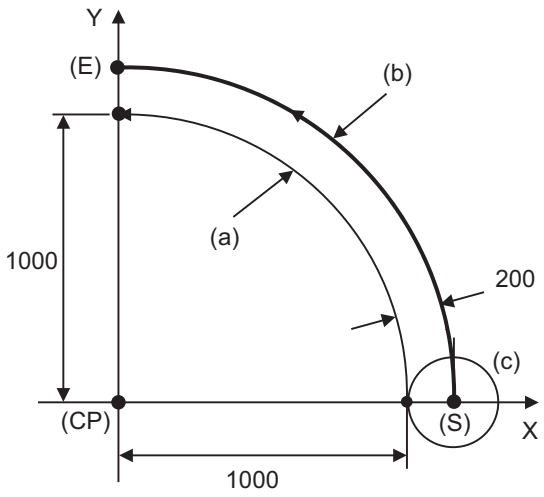
Ниже даны подробные пояснения для применения инкрементных значений.

Команда	Величина движения эквивалентной команды (присвоенная величина компенсации = I)	Пример (если X = 1000)
G45 Xx Dd	X(x+I)	I= 10 X= 1010 I= -10 X= 990
G45 X-x Dd	X-(x+I)	I= 10 X= -1010 I= -10 X= -990
G46 Xx Dd	X(x-I)	I= 10 X= 990 I= -10 X= 1010
G46 X-x Dd	X-(x-I)	I= 10 X= -990 I= -10 X= -1010
G47 Xx Dd	X(x+2*I)	I= 10 X= 1020 I= -10 X= 980
G47 X-x Dd	X-(x+2*I)	I= 10 X= -1020 I= -10 X= -980
G48 Xx Dd	X(x-2*I)	I= 10 X= 980 I= -10 X= 1020
G48 X-x Dd	X-(x-2*I)	I= 10 X= -980 I= -10 X= -1020

Пример программы

(Пример 1)

Компенсация позиции инструмента с командой 1/4 дуги



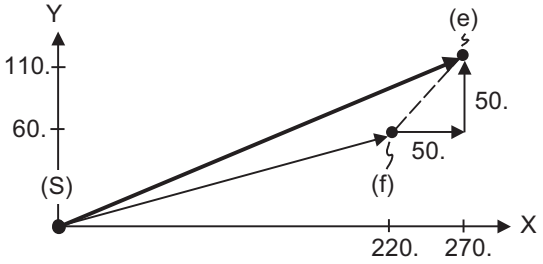
(S) начальная точка
(E) конечная точка
(CP) запрограммированный центр дуги
(a) запрограммированная траектория
(b) траектория центра инструмента
(h) инструмент

Предполагается, что компенсация уже выполнена в направлении "+" X на основе указания D01 = 200.

```
G91 G45 G03 X -1000 Y1000 I -1000 F1000 D01 ;
```

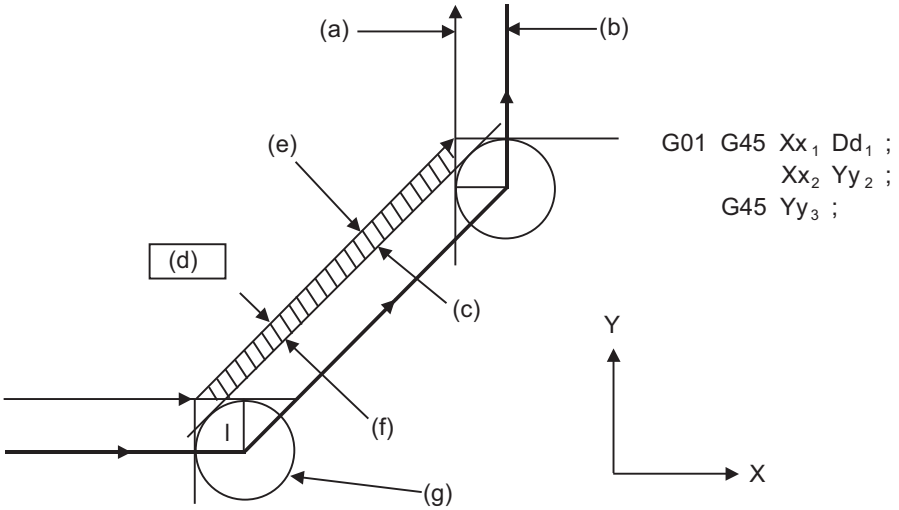
Даже если в одном и том же кадре с командами G45...G48 не указаны номера компенсации, то компенсация выполняется на основе номера компенсации позиции инструмента, предварительно сохраненном в памяти.
Если указанный в команде номер компенсации превышает диапазон спецификации, возникает ошибка программы (P170).
Эти G-коды являются немодальными командами и действуют только в кадре команды.
Даже при подаче абсолютной команды величина движения увеличивается или уменьшается для каждой оси относительно направления движения из конечной точки предыдущего кадра в позицию, указанную в кадре с командой G45...G48.
Иными словами, даже для абсолютной команды имеется возможность применить компенсацию к величинам перемещения (инкрементным значениям) в том же кадре.
Если команда одновременно задана для числа "n" осей, то одна и та же компенсация применяется ко всем осям. Это относится даже к дополнительным осям. (Однако число осей должно быть в пределах максимального количества осей, которыми можно управлять одновременно.)

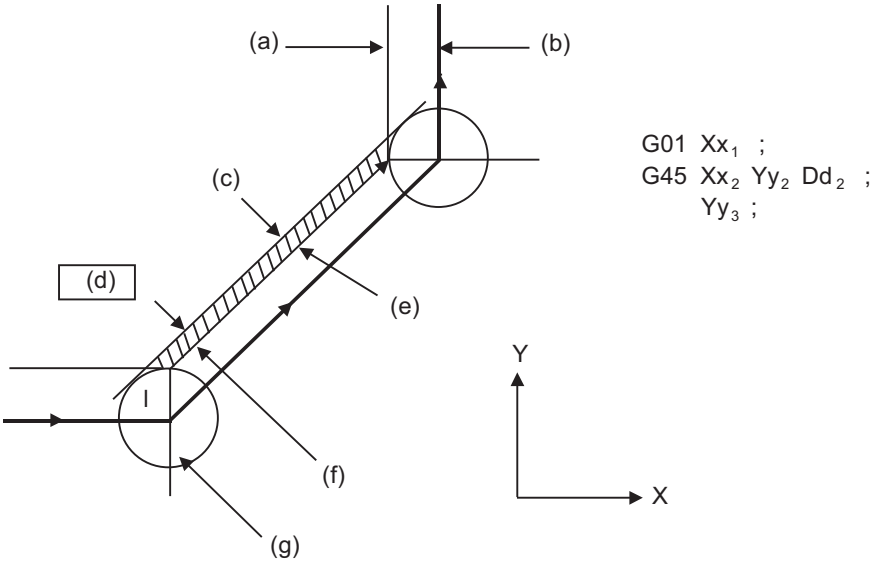
G01 G45 X220. Y60. D20 ;
(D20) = +50. 000



(S) начальная точка
(e) конечная точка после компенсации
(f) запрограммированная конечная точка

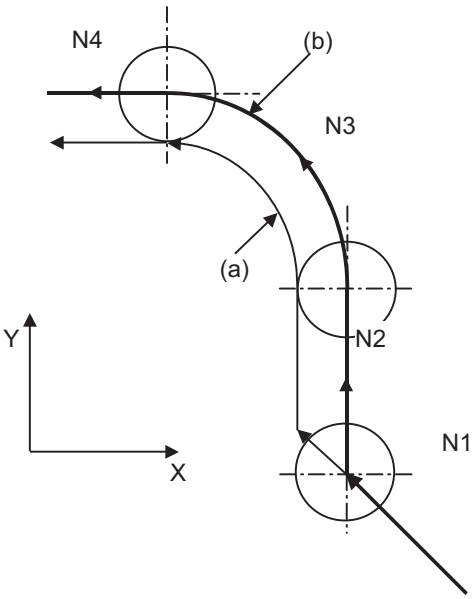
(Примечания 1)Если компенсация применяется к двум осям, будет происходить чрезмерное или недостаточное снятие, как это показано на иллюстрациях ниже. В подобных случаях используйте команды компенсации резца (G40...G42).





(a) запрограммированная траектория	(b) траектория центра инструмента	(c) обработанная форма
(d) деталь	(e) требуемая форма	(f) недостаточное снятие
(g) инструмент	I = настройка величины компенсации	

(Пример 2)



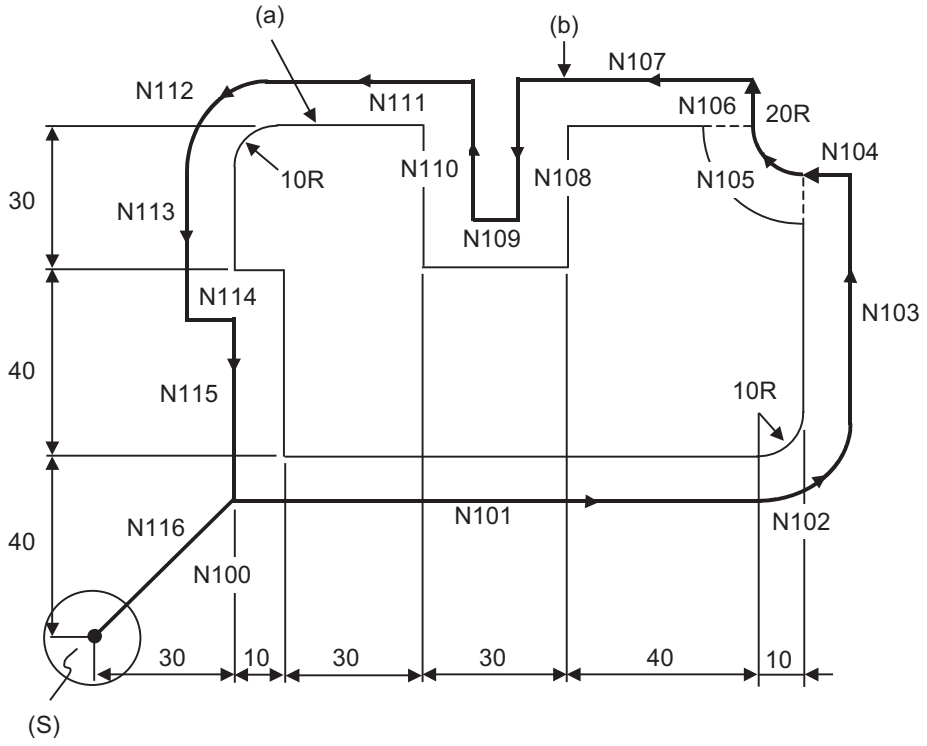

```
N1  G46  G00  Xx1  Yy1  Dd1  ;
N2  G45  G01  Yy2  Ff2  ;
N3  G45  G03  Xx3  Yy3  Ii3  ;
N4  G01  Xx4  ;
```

(a) запрограммированная траектория

(b) траектория центра инструмента

(Пример 3)

Если задана команда G45...G48, то величина компенсации для каждого прохода соответствует величине, присвоенной по номеру компенсации, и инструмент не перемещается на разность относительно предыдущей компенсации, что происходило бы в случае команды компенсации длины инструмента (G43).



(S) начальная точка

(a) запрограммированная траектория

(b) траектория центра инструмента

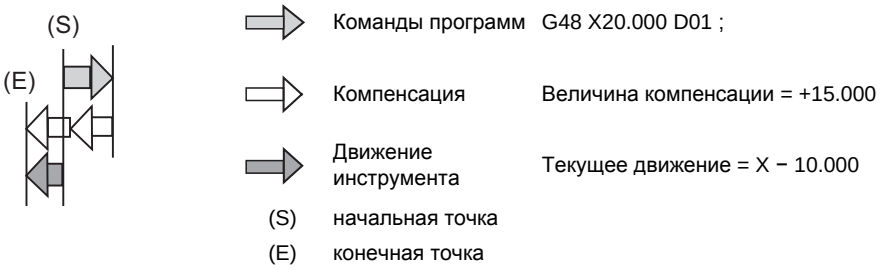
Величина компенсации D01 = 10.000 мм (величина компенсации радиуса инструмента)

N100	G91	G46 G00 X40.0 Y40.0 D01 ;
N101	G45	G01 X100.0 F200 ;
N102	G45	G03 X10.0 Y10.0 J10.0 ;
N103	G45	G01 Y40.0 ;
N104	G46	X0 ;
N105	G46	G02 X-20.0 Y20.0 J20.0 ;
N106	G45	G01 Y0 ;
N107	G47	X-30.0 ;
N108		Y-30.0 ;
N109	G48	X-30.0 ;
N110		Y 30.0 ;
N111	G45	X-30.0 ;
N112	G45	G03 X-10.0 Y-10.0 J-10.0 ;
N113	G45	G01 Y-20.0 ;
N114		X10.0 ;
N115		Y-40.0 ;
N116	G46	X-40.0 Y-40.0 ;
N117	M02	:
%		

Указания

(1) Эти команды следует использовать, если обработка не происходит в режиме стандартного цикла. (Если они заданы в режиме стандартного цикла, они игнорируются.)

(2) В результате внутренней арифметической обработки (увеличения или уменьшения) направление команды может измениться на противоположное и инструмент будет перемещен в противоположном направлении.



(3) Если в инкрементном режиме (G91) указано нулевое перемещение, результат будет следующим.

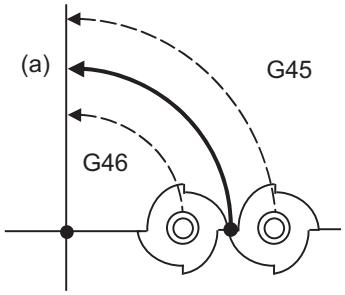
Номер коррекции	: D01
Величина компенсации, соответствующая D01	: 1234

Команда ЧПУ	G45 X0 D01 ;	G45 X-0 D01 ;	G46 X0 D01 ;	G46 X-0 D01;
Эквивалентная команда	X1234 ;	X -1234 ;	X -1234 ;	X1234 ;

Если в режиме абсолютного задания указана нулевая величина перемещения, работа сразу завершается и инструмент не перемещается на величину компенсации.

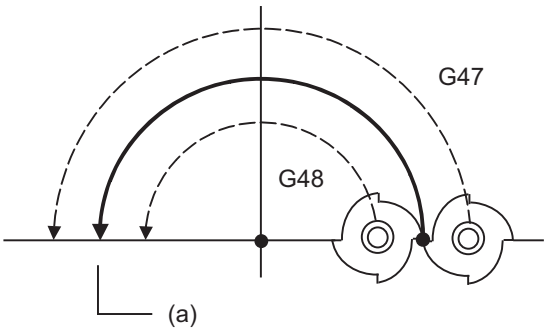
(4) В случае круговой интерполяции компенсация радиуса инструмента по командам G45...G48 возможна только в пределах одного квадранта, двух квадрантов (полусфера) или трех квадрантов, если начальная и конечная точка находятся на оси.
В зависимости от того, применяется компенсация снаружи или внутри запрограммированной дуги, команды задаются следующим образом.
Однако в этом случае компенсация уже должна быть предоставлена в требуемом направлении в начальной точке дуги. (Если команда компенсации присваивается дуге независимо, радиус дуги в начальной и конечной точке будет смещен на величину, эквивалентную величине компенсации.)

1/4 круга



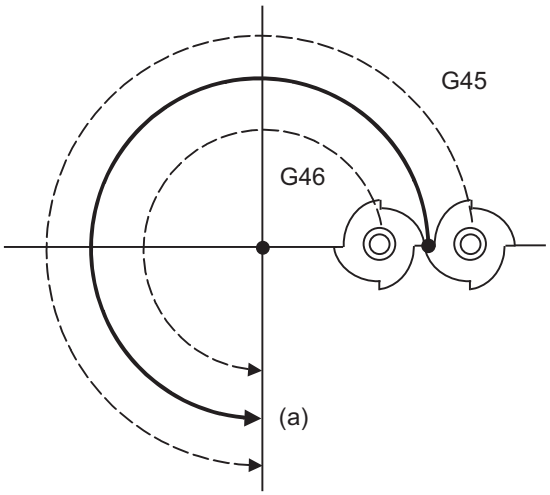
G45 для компенсации вне окружности
G46 для компенсации внутри окружности
(a) запрограммированная траектория

1/2 круга



G47 для компенсации вне окружности
G48 для компенсации внутри окружности
(a) запрограммированная траектория

3/4 круга



G45 для компенсации вне окружности
G46 для компенсации внутри окружности
(a) запрограммированная траектория

12.8 Ввод компенсации с помощью программы ; G10,G11

Принцип действия и назначение

Компенсацию инструмента и смещение детали можно установить или изменить из программы с помощью команды G10. Во время абсолютного режима (G90) заданная в команде величина компенсации становится новой величиной компенсации. Во время инкрементного режима (G91) заданная в команде величина компенсации прибавляется к величине компенсации, настроенной на данный момент, в результате чего образуется новая величина компенсации.

Формат команды

G90 (G91) G10 L2 P__ X__ Y__ Z__ ; ... Ввод смещения детали

P	0 : внешняя система координат детали 1 : G54 2 : G55 3 : G56 4 : G57 5 : G58 6 : G59

(Примечание)В режиме G91 величина компенсации является величиной приращения и поэтому это приращение накапливается при каждом выполнении программы. Во избежание ошибки этого типа, в качестве меры предосторожности перед командой G10 задавайте команду G90 или G91.

G10 L10 P__ R__ ; ... Ввод компенсации инструмента (для памяти компенсации инструмента I)

P	Номер коррекции
R	Величина коррекции

G10 L10 P__ R__ ; ... Ввод компенсации инструмента (для памяти компенсации инструмента II)
Компенсация длины инструмента, компенсация формы

G10 L11 P__ R__ ; ... Ввод компенсации инструмента (для памяти компенсации инструмента II)
Компенсация длины инструмента, компенсация износа

G10 L12 P__ R__ ; ... Ввод компенсации инструмента (для памяти компенсации инструмента II)
Компенсация радиуса инструмента, компенсация формы

G10 L13 P__ R__ ; ... Ввод компенсации инструмента (для памяти компенсации инструмента II)
Компенсация радиуса инструмента, компенсация износа

G11 ; ... Отмена ввода компенсации

Подробное описание

(1) Если эта команда задана при отсутствии соответствующих спецификаций, возникает ошибка программы (P171).

(2) G10 является немодальной командой и действительна только для текущего кадра.

(3) Команда G10 не содержит движения, однако ее не следует использовать с иными G-командами кроме G54...G59, G90 или G91.

(4) Не задавайте команду G10 в одном и том же кадре с командой стандартного цикла и командой вызова подпрограммы. Это может привести к неправильной работе и программным ошибкам.

(5) Команду ввода смещения детали (L2 или L20) не следует задавать в одном и том же кадре с командой ввода компенсации инструмента (L10).

(6) Если в команде указан недействительный номер L или номер компенсации, возникает ошибка программы (соответственно P172 и P170). Если величина смещения превышает максимально возможное командное значение, возникает ошибка программы (P35).

(7) Для величины смещения можно использовать вводы с десятичными точками.

(8) Величины смещения для внешней системы координат детали и командной системы координат детали задаются как расстояния из нулевой точки базовой системы координат станка.

(9) Система координат детали, обновленная в результате ввода системы координат детали, соответствует предыдущему модальному состоянию (G54...G59) или модальному состоянию в том же кадре (G54...G59).

(10) При вводе смещения детали L2 можно не указывать.

(11) Если P-команда опущена, она интерпретируется как ввод компенсации детали, выбранной на данный момент.

Пример программы

(1) Ввод величины компенсации

```
·····; G10 L10 P10 R-12345 ; G10 L10 P05 R98765 ; G10 L10 P30 R2468 ; ·····
```

H10=-12345 H05=98765 H30=2468

(2) Обновление величины компенсации

(Пример 1) В предположении, что уже настроено H10 = -1000.

N1 G01 G90 G43 Z-100000 H10 ;	(Z=-101000)
N2 G28 Z0 ;	
N3 G91 G10 L10 P10 R-500 ;	(Режимом является режим G91, поэтому -500 прибавляется.)
N4 G01 G90 G43 Z-100000 H10 ;	(Z=-101500)

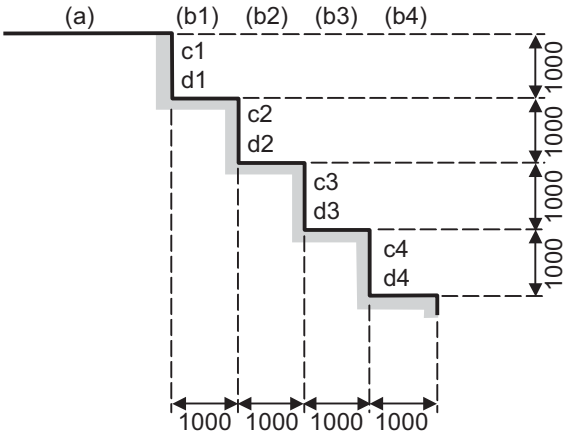
(Пример 2) В предположении, что уже настроено H10 = -1000.

Основная программа

N1 G00 X100000 ;	a
N2 #1=-1000 ;	
N3 M98 P1111 L4 ;	b1, b2, b3, b4

Подпрограмма O1111

N1 G01 G91 G43 Z0 H10 F100 ;	c1, c2, c3, c4
G01 X1000;	d1, d2, d3, d4
#1=#1-1000 ;	
G90 G10 L10 P10 R#1 ;	
M99 ;	



(Примечание)Окончательной величиной смещения будет H10 = -5000.

(Пример 3) Программу из примера 2 можно также написать следующим образом.

Основная программа

N1 G00 X100000 ;
N2 M98 P1111 L4 ;

Подпрограмма O1111

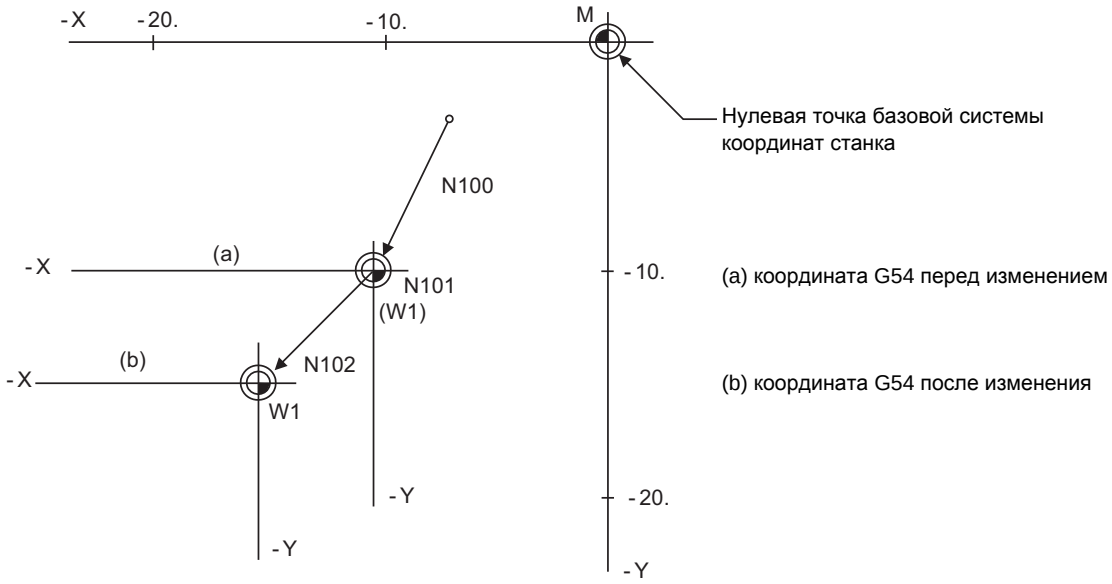
N1 G01 G91 G43 Z0 H10 F100 ;
N2 G01 X1000 ;
N3 G10 L10 P10 R-1000 ;
N4 M99 ;

(3) При обновлении величины смещения системы координат обрабатываемой детали

Предположим, что прежней величиной смещения системы координат обрабатываемой детали была следующая:

X=-10.000 Y=-10.000

N100 G00 G90 G54 X0 Y0 ;
N101 G90 G10 L2 P1 X-15.000 Y-15.000 ;
N102 X0 Y0 ;
M02 ;



(Примечания 1)Изменения позиции детали, отображаемой на дисплее при кадре N101

При кадре N101 данные отображаемой на дисплее позиции G54 изменяются до и после изменения системы координат детали с помощью команды G10.

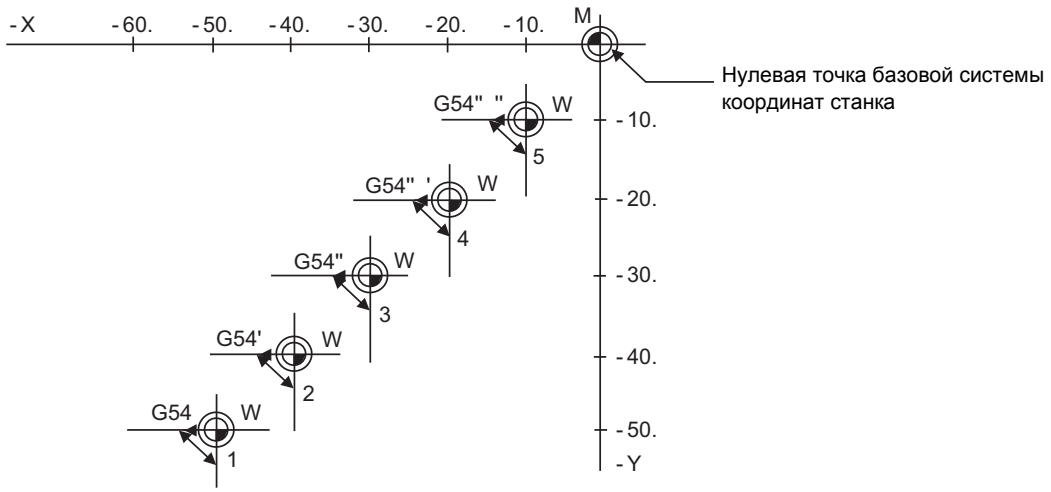
X=0 Y=0 -> X=+5.000 Y=+5.000

Если в G54...G59 установлена величина смещения системы координат детали

G90 G10 L2 P1 X-10.000 Y-10.000 ;
G90 G10 L2 P2 X-20.000 Y-20.000 ;
G90 G10 L2 P3 X-30.000 Y-30.000 ;
G90 G10 L2 P4 X-40.000 Y-40.000 ;
G90 G10 L2 P5 X-50.000 Y-50.000 ;
G90 G10 L2 P6 X-60.000 Y-60.000 ;

(4) Если одна система координат детали используется как несколько систем координат детали

Основная программа	:
	#1=-50. #2=10. ;
	M98 P200 L5 ;
	M02 ;
	%
Подпрограмма O200	N1 G90 G54 G10 L2 P1 X#1 Y#1 ;
	N2 G00 X0 Y0 ;
	N3 X-5. F100 ;
	N4 X0 Y-5. ;
	N5 Y0 ;
	N6 #1=#1+#2 ;
	N7 M99 ;
	%



Указания

(1) Даже если эта команда отображается на экране, номер смещения и информация переменных не обновляются, пока команда не будет действительно выполнена.
N1 G90 G10 L10 P10 R-100 ;
N2 G43 Z-10000 H10 ;
N3 G0 X-10000 Y-10000 ;
N4 G90 G10 L10 P10 R-200 ; ..... Величина смещения H10 обновляется при выполнении кадра N4.

12.9 Ввод данных управления сроком службы инструмента; G10,G11

12.9.1 Ввод данных управления сроком службы инструмента с помощью команды G10 L3 ; G10 L3,G11

Принцип действия и назначение

С помощью команды G10 (немодальной) можно зарегистрировать, изменить и добавить данные управления сроком службы инструмента, а также стереть предварительно зарегистрированные группы.

Формат команды

G10 L3 ; запуск регистрации данных для управления сроком службы
P_ L_ Q_ ; (первая группа)
T_ H_ D_ ;
T_ H_ D_ ;
P_ L_ Q_ ; (следующая группа)
T_ H_ D_;

P	№ группы
L	Срок службы
Q	Метод управления
T	Номер инструмента Запасные инструменты выбираются в порядке номеров инструментов, зарегистрированных здесь.
H	Номер компенсации длины
D	Номер компенсации радиуса

G10 L3 P1; Запуск изменения или дополнения данных управления сроком службы
P_ L_ Q_ ; (первая группа)
T_ H_ D_ ;
T_ H_ D_ ;
P_ L_ Q_ ; (следующая группа)
T_ H_ D_;

P	№ группы
L	Срок службы
Q	Метод управления
T	№ инстру-мента
H	Номер компенсации длины
D	Номер компенсации радиуса

G10 L3 P2; Запуск стирания данных управления сроком службы
P_ ; (первая группа)
P_ ; (вторая группа)

P	№ группы

G11 ; ... Конец регистрации, изменения, дополнения или стирания данных для управления сроком службы

Подробное описание

Диапаз. задания значений

Элемент		Диапаз. задания значений
№ группы	(Pn)	1...99999999 (Для управления сроком службы инструмента III можно использовать только группу № 1)
Срок службы	(Ln)	0...65000 раз (управление по количеству использований) 0...4000 минут (управление по времени)
Метод управления	(Qn)	1...3 1: управление по количеству установок 2: управление по времени 3: управление по количеству обработок
№ инстру-мента	(Tn)	от 1 до 99999999
Номер компенсации длины	(Hn)	от 0 до 999
Номер компенсации радиуса	(Dn)	от 0 до 999

Пример операции

	Пример программы	Операция
Регистрация данных	G10 L3 ; P10 L10 Q1 ; T10 H10 D10 ; G11 ; M02 ;	1. После стирания всех данных группы начинается регистрация. 2. Зарегистрирована группа номер 10. 3. Инструмент номер 10 зарегистрирован в группе номер 10. 4. Регистрация завершается. 5. Программа завершается.
Изменение, добавление группы	G10 L3 P1 ; P10 L10 Q1 ; T10 H10 D10 ; G11; M02 ;	1. Запускается изменение и дополнение группы и инструмента. 2. Операция изменения и добавления выполняется следующим образом. (1) Если группа номер 10 не была зарегистрирована. - Дополнительно зарегистрирована группа номер 10. - Инструмента номер 10 зарегистрирован в группе номер 10. (2) Если группа номер 10 зарегистрирована, но инструмент номер 10 не зарегистрирован. - Инструмент № 10 дополнительно регистрируется в группе номер 10 (3) Если зарегистрированы и группа номер 10, и инструмент номер 10. - Данные инструмента номер 10 изменяются. 3. Завершение изменения и дополнения групп и инструментов. 4. Программа завершается.
Стирание группы	G10 L3 P2 ; P10 ; G11 ; M02 ;	1. Запуск стирания группы. 2. Стираются данные группы номер 10. 3. Завершение стирания группы. 4. Программа завершается.

12.9.2 Ввод данных управления сроком службы инструмента с помощью команды G10 L30 ; G10 L30,G11

Принцип действия и назначение

С помощью команды G10 (немодальной) можно зарегистрировать, изменить и добавить данные управления сроком службы инструмента, а также стереть предварительно зарегистрированные группы.
Чтобы этим методом указать добавочную величину компенсации или непосредственно ввести величину компенсации, имеется возможность зарегистрировать или изменить компенсацию длины и компенсацию диаметра в формате величины компенсации инструмента.

Формат команды

G10 L30 ; Запуск регистрации данных для управления сроком службы
P_ L_ Q_ ; (первая группа)
T_ H_ R_ ;
T_ H_ R_ ;
P_ L_ Q_ ; (следующая группа)
T_ H_ R_;

P	№ группы
L	Срок службы
Q	Метод управления
T	Номер инструмента Запасные инструменты выбираются в порядке номеров инструментов, зарегистрированных здесь.
H	Номер компенсации длины или величина компенсации длины
R	Номер компенсации радиуса или величина компенсации радиуса

G10 L30 P1; Запуск изменения или дополнения данных управления сроком службы
P_ L_ Q_ ; (первая группа)
T_ H_ R_ ;
T_ H_ R_ ;
P_ L_ Q_ ; (следующая группа)
T_ H_ R_;

P	№ группы
L	Срок службы
Q	Формат данных компенсации длины, формат данных компенсации радиуса, метод управления
T	№ инстру-мента
H	Номер компенсации длины или величина компенсации длины
D	Номер компенсации радиуса или величина компенсации радиуса

G10 L30 P2; Запуск стирания данных управления сроком службы
P_ ; (первая группа)
P_ ; (вторая группа)

P	№ группы

G11 ; ... Конец регистрации, изменения, дополнения или стирания данных для управления сроком службы

Подробное описание

Диапаз. задания значений

Элемент		Диапаз. задания значений
№ группы	(Pn)	1...99999999 (Для управления сроком службы инструмента III можно использовать только группу № 1)
№ инстру-мента	(Tn)	от 1 до 99999999
Метод управления	(Qabc)	abc: Три целочисленных разряда a. Формат данных компенсации длины инструмента 0: Номер компенсации 1: Инкрементная величина компенсации 2: Абсолютная величина компенсации b. Формат данных компенсации радиуса инструмента 0: Номер компенсации 1: Инкрементная величина компенсации 2: Абсолютная величина компенсации c. Метод управления сроком службы инструмента 0: Время использования 1: Количество установок 2: Количество использований
Срок службы	(Ln)	0...4000 минут (время использования) 0...65000 раз (количество установок) 0...65000 раз (количество использований)
Компенсация длины (№/величина)	(Hn)	0...999 (номер компенсации) ±99999.999 (инкрементная величина компенсации) ±99999.999 (абсолютная величина компенсации)
Компенсация радиуса (№/величина)	(Rn)	0...999 (номер компенсации) ±99999.999 (инкрементная величина компенсации) ±99999.999 (абсолютная величина компенсации)

Пример операции

	Пример программы	Операция
Регистрация данных	G10 L30 ; P10 L10 Q001 ; T10 H10 R10 ; G11 ; M02 ;	1. После стирания всех данных группы начинается регистрация. 2. Зарегистрирована группа номер 10. Выбрано управление сроком службы инструмента по количеству установок Метод номера компенсации применен к компенсации длины инструмента и компенсации радиуса инструмента. 3. Инструмент номер 10 зарегистрирован в группе номер 10. 4. Регистрация завершается. 5. Программа завершается.
Изменение, добавление группы	G10 L30 P1 ; P10 L10 Q122 ; T10 H10 R0.25 ; G11; M02 ;	1. Запуск изменения и дополнения группы и инструмента. 2. Операция изменения и добавления выполняется следующим образом. (1) Если группа номер 10 не была зарегистрирована. [Дополнительно зарегистрирована группа номер 10.] Об измененном и добавленном инструменте Выбран метод управления по количеству использований Компенсация длины инструмента задается в инкрементном виде Компенсация радиуса инструмента задается в абсолютном виде [Инструмент номер 10 зарегистрирован в группе номер 10.] Задана абсолютная величина компенсации "0.25" для компенсации радиуса инструмента. (2) Если группа номер 10 зарегистрирована, но инструмент номер 10 не зарегистрирован. - Инструмент № 10 дополнительно регистрируется в группе номер 10 (3) Если зарегистрированы и группа номер 10, и инструмент номер 10. - Данные инструмента номер 10 изменяются. 3. Завершение изменения и дополнения групп и инструментов. 4. Программа завершается.
Стирание группы	G10 L30 P2 ; P10 ; G11 ; M02 ;	1. Запуск стирания группы. 2. Стираются данные группы номер 10. 3. Завершение стирания группы. 4. Программа завершается.

12.9.3 Меры предосторожности в отношении ввода данных управления сроком службы инструмента

Связь с другими функциями

(1) Во время следующих операций использование инструмента не засчитывается.
- Блокировка станка
− Блокировка вспомогательной функции
− Холостой прогон
− Покадровый режим
− Пропуск

Указания

(1) Данные срока службы инструмента регистрируются, изменяются, добавляются или стираются при выполнении программы в режиме чтения из памяти или режиме MDI.
(2) Задаваемые в команде номер группы и номер инструмента не могут дублироваться. Возникает ошибка программы (P179).
(3) Если в одном кадре заданы два адреса или более, то действует адрес, заданный последним.
(4) Если данные срока службы (L_) не указаны, для этой группы устанавливаются данные срока службы "0".
(5) Если метод управления (Q_) опущен, то метод управления для этой группы соответствует настройке параметра базовой спецификации "#1106 Tcount". Учитывайте, что при использовании метода управления сроком службы по количеству обработок команда метода должна задаваться из программы.
(6) Если метод управления (Q_) в команде G10 L30 указан не 3-разрядным числом, то отсутствующий старший разряд интерпретируется как "0". Поэтому задание "Q1" интерпретируется как "Q001", а задание "Q12" − как "Q012".
(7) Если номер длины компенсации (H_) опущен, то для этой группы используется номер длины компенсации "0".
(8) Если номер компенсации радиуса (D_) опущен, то для этой группы используется номер компенсации радиуса "0".
(9) Между командами G10 L3 или G10 L30 и G11 не возможно программирование с номером последовательности. Возникает ошибка программы (P33).
(10) Если включен сигнал активации счета использования (YC8A), задание команд G10 L3 или G10 L30 не возможно. Возникает ошибка программы (P177).
(11) Зарегистрированные данные сохраняются даже при выключении питания.
(12) При задании команд G10 L3 или G10 L30 указанная в команде группа и инструмент будут зарегистрированы после стирания всех зарегистрированных данных.
(13) Для команд G10L3P1 и G10 L30 P1 имеются следующие условия изменения и дополнения.
(a) Условия изменения
И указанный в команде номер группы, и номер инструмента зарегистрированы.
-> Изменяются данные указанного в команде номера инструмента.
(b) Условия добавления
Ни указанный в команде номер группы, ни номер инструмента не зарегистрированы.
-> Дополнительно регистрируются данные указанного в команде номера группы и номера инструмента.
Указанный в команде номер группы зарегистрирован, а указанный в команде номер инструмента не зарегистрирован.
-> Дополнительно регистрируются данные указанного в команде номера инструмента в группе указанного в команде номера.

(14) Диапазон настройки номера компенсации инструмента различается в зависимости от опции (см. таблицу ниже).

Опция количества наборов смещения инструмента	Диапазон настройки
200 переменных	1-200
400 переменных	1-400
999 переменных	1-999

(15) Для регистрации, изменения и добавления в рамках функции "Управление сроком службы инструмента III" можно использовать только группу номер 1.

13

Вспомогательные программные функции

13.1 Стандартные циклы

Принцип действия и назначение

Эти стандартные циклы используются для выполнения заранее запрограммированных последовательностей обработки (например, позиционирования, сверления отверстия, расточки и нарезания резьбы метчиком) в одном кадре. Возможные последовательности станочной обработки перечислены в таблице ниже. Пользователь может редактировать подпрограммы стандартных циклов, изменяя последовательности стандартного цикла. Пользователь может также регистрировать и редактировать оригинальную программу стандартного цикла. В приложении к руководству по эксплуатации имеется перечень стандартных подпрограмм стандартных циклов. Перечень функций стандартных циклов для этой системы управления дан в нижеследующей таблице.

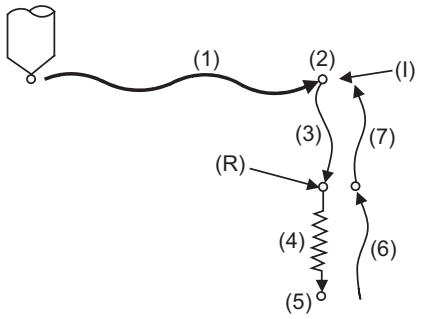
G код	Пуск обработки отверстий (-Z направление)	Действия у дна отверстия		Операция возврата (+Z направление)	Отвод на высокой скорости	Применение
		Выдержка времени	Шпиндель			
G80	-	-	-	-	-	Отмена
G81	Рабочая подача	-	-	Быстрый ход	Yes	Сверление, стандартный цикл сверления
G82	Рабочая подача	Yes	-	Быстрый ход	-	Цикл сверления, зенковки
G83	Прерывистая подача	-	-	Быстрый ход	Да	Цикл глубокого сверления
G84	Рабочая подача	Да	Обратное вращение	Рабочая подача	-	Цикл нарезания резьбы метчиком
G85	Рабочая подача	-	-	Рабочая подача	-	Цикл расточки
G86	Рабочая подача	Да	Останов	Быстрый ход	-	Цикл расточки
G87	Быстрый ход	-	Прямое вращение	Рабочая подача	-	Цикл обратной расточки
G88	Рабочая подача	Да	Останов	Быстрый ход	-	Цикл расточки
G89	Рабочая подача	Да	-	Рабочая подача	-	Цикл расточки
G73	Прерывистая подача	Да	-	Быстрый ход	Да	Цикл нарезания резьбы метчиком (ось Z)
G74	Рабочая подача	Да	Прямое вращение	Рабочая подача	-	Цикл обратного нарезания резьбы метчиком
G75	Рабочая подача	-	-	Быстрый ход	-	Цикл резания по окружности
G76	Рабочая подача	-	Ориентированный останов шпинделя	Быстрый ход	-	Цикл чистовой расточки

Режим стандартного цикла можно отменить командой G80 и другими режимами обработки отверстия или G-командой группы 01. При этом различные иные данные также сбрасываются на ноль.

Подробное описание

Базовые операции стандартного цикла сверления

Имеются 7 фактических операций, каждая из которых описана ниже.



(I) исходная точка
(R) возврат в точку R

(1) Позиционирование по осям X и Y в режиме G00.

(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 покадрового останова операция остановится после позиционирования.

(3) Инструмент позиционируется в точку R на быстром ходу.

(4) Выполняется обработка отверстия на рабочей подаче.

(5) Эта операция выполняется в нижней позиции отверстия. В зависимости от режима стандартного цикла, этой операцией может быть останов шпинделя (M05), обратное вращение вращательного инструмента (M04), прямое вращение вращательного инструмента (M03), выдержка времени или смещение инструмента.

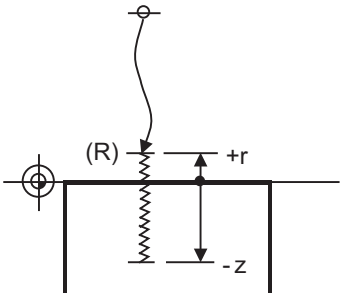
(6) В зависимости от режима стандартного цикла, инструмент отводится в точку R на скорости подачи резания или скорости быстрого хода.

(7) В исходную точку инструмент возвращается на скорости быстрого хода.

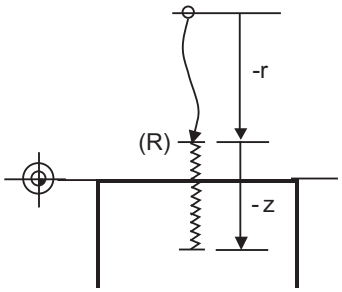
(Примечание)С помощью G-команд G98/G99 можно выбрать, на какой операции должен завершаться стандартный цикл − на операции 6 или операции 7. (см. "Возврат в начальную точку и на уровень точки R; G98, G99")

Разница между командами абсолютного и инкрементного задания.

Абсолютное задание



Инкрементное задание



(R) точка R

Плоскость позиционирования и ось сверления отверстия

Стандартный цикл имеет базовые элементы управления плоскостью позиционирования и осью сверления. Плоскость позиционирования определяется командами выбора плоскости G17, G18 и G19, а осью сверления является ось, перпендикулярная этой плоскости (ось X, Y, Z или параллельная им ось).

Выбор плоскости	Плоскость позиционирования	Ось сверления отверстий
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 адресом оси сверления, задаваемым в одном и том же кадре с командами G81...G89, G73, G74 или G76. Если никакая ось не указана, за базовую ось принимается ось сверления.

(Пример 1) Если выбрана плоскость G17 (плоскость X-Y) и в качестве оси W установлена ось, параллельная оси Z.
G81 .....Z_ ; В качестве оси сверления используется ось Z.
G81 .....W_ ; В качестве оси сверления используется ось W.
G81 ..... ; (ни Z, ни W) В качестве оси сверления используется ось Z.
(Примечания 1)С помощью параметра #1080 Dril_Z можно жестко задать ось Z в качестве оси сверления.
(Примечания 2)Для изменения оси сверления необходимо отменить стандартный цикл.

В нижеследующих разъяснениях перемещений в каждом стандартном цикле плоскостью позиционирования выбрана плоскость XY, осью сверления –ось Z, а все командные величины являются инкрементными. Учитывайте, что все значения команд будут инкрементными, плоскостью позиционирования будет плоскость XY, а осью сверления отверстия будет ось Z.

Программируемая команда диапазона "в позиции" в стандартном цикле

Эта команда задает диапазон "в позиции" для команды стандартного цикла из программы обработки. Заданный в команде диапазон "в позиции" действует только в восьми стандартных циклах; G81 (сверление, засверливание), G82 (сверление, зенковка), G83 (цикл глубокого сверления), G84 (цикл нарезания резьбы метчиком), G85 (сверление), G89 (сверление), G73 (шаговый цикл) и G74 (обратный цикл нарезания резьбы метчиком). Адрес ", I" задается по отношению к оси позиционирования, а адрес ",J" − по отношению к оси сверления.

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единицы)	Примечания
,I	Диапазон "в позиции" для оси позиционирования (величина ошибки позиции)	0.001...999.999 (мм)	Если в команде задано значение, превышающее диапазон команды, возникает ошибка программы (P35).
,J	Диапазон "в позиции" для оси сверления (величина ошибки позиции)		

Проверка "в позиции" в стандартном цикле

Если в стандартном цикле указано L (количество повторений), равное двум или более, то заданный диапазон "в позиции" действует в кадре повторения (5)...(8) ниже.

:

G81 X-50. Z-50. R-50. L2 F2000 ,I0.2 ,J0.3;

:

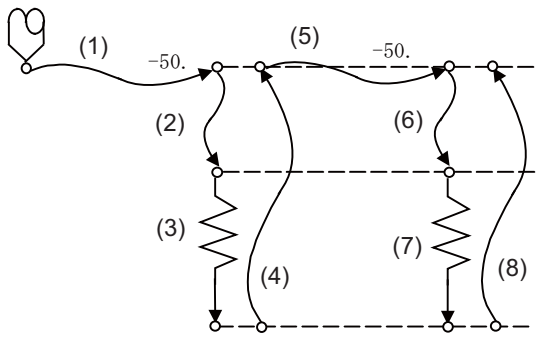


Рис. 1 Принцип работы, если указано количество повторений L

Схема операции	,I	,J
(1)	Действительно	-
(2)	-	Недействительно
(3)	-	Недействительно
(4)	-	Действительно
(5)	Действительно	-
(6)	-	Недействительно
(7)	-	Недействительно
(8)	-	Действительно

В следующей программе обработки заданный диапазон "в позиции" действителен для кадра рис. 2. В кадре (B) диапазон "в позиции" (, I) заданный для команды позиционирования в предыдущем кадре (A), недействителен (5). Однако при возврате со дна отверстия действует диапазон "в позиции" (, J), заданный в команде предыдущего кадра (A) (8).
Чтобы активировать диапазон "в позиции" для позиционирования, подайте команду еще раз, как это показано в кадре (C) (9).

:

G81 X-50. Z-50. R-50. F2000 ,I0.2 ,J0.3 ; ..... (A)
X-10. ; ..... (B)
X-10.,I0.2 ; ..... (C)

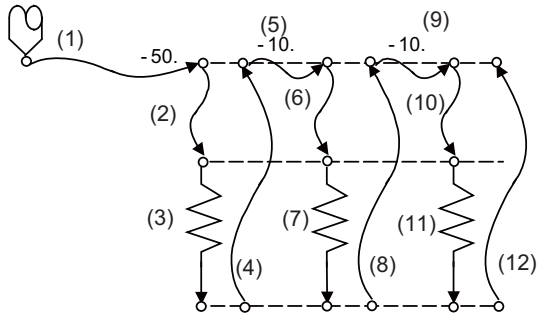


Рис. 2 Работа в модальном стандартном цикле

Схема операции	,I	,J
(1)	Действительно	-
(2)	-	Недействительно
(3)	-	Недействительно
(4)	-	Действительно
(5)	Недействительно	-
(6)	-	Недействительно
(7)	-	Недействительно
(8)	-	Действительно
(9)	Действительно	-
(10)	-	Недействительно
(11)	-	Недействительно
(12)	-	Действительно

13.1.1 Сверление, засверловка ; G81

Формат команды

G81 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Ll1,Ii1,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Подробное описание

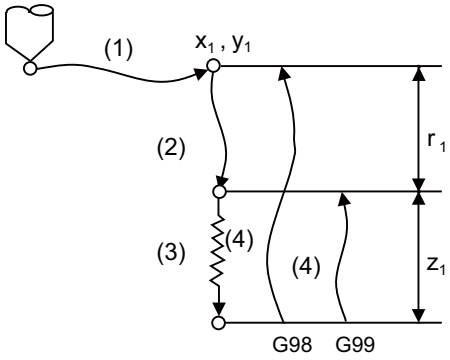


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zz1 Ff1
(4)	-	Действительно	Режим G98 G0Z − (z1+r1) Режим G99 G0Z − z1

Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (4) в режиме покадрового останова.

13.1.2 Сверление, зенковка ; G82

Формат команды

G82 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Pp1	Задание выдержки времени в нижней позиции отверстия (десятичная точка игнорируется)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Подробное описание

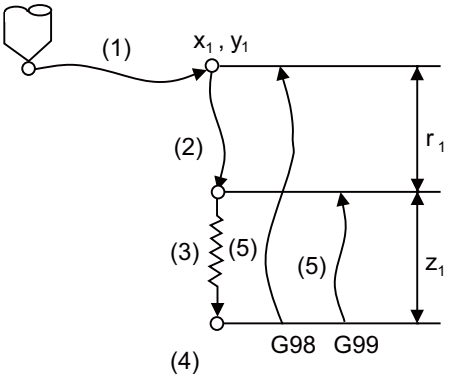


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G4Pp1 (выдержка)
(5)	-	Действительно	Режим G98 G0Z − (z1+r1) Режим G99 G0Z − z1

Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (5) в режиме покадрового останова.

13.1.3 Цикл глубокого сверления ; G83

Формат команды

G83 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Ff1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Qq1	Величина снятия для каждого прохода режущим инструментом (инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Подробное описание

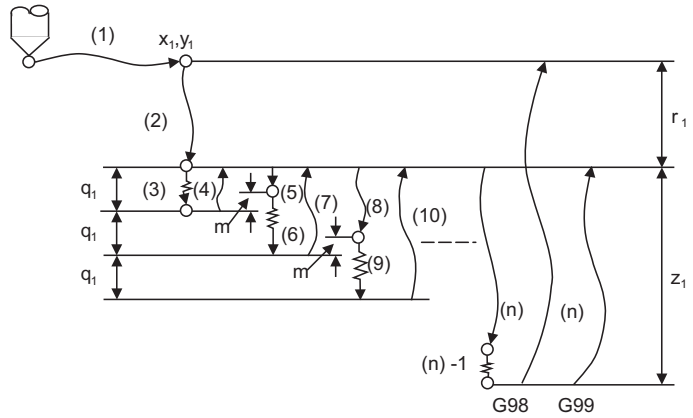


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zq1 Ff1
(4)	-	Недействительно	G0 Z-q1
(5)	-	Недействительно	G0 Z(q1-m)
(6)	-	Недействительно	G1 Z(q1+m) Ff1
(7)	-	Недействительно	G0 Z -2*q1
(8)	-	Недействительно	G0 Z (2*q1-m)
(9)	-	Недействительно	G1 Z(q1+m) Ff1
(10)	-	Недействительно	G0 Z-3*q1
:			
(n)-1	-	Недействительно	
(n)	-	Действительно	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − z1

При выполнении второй и последующих резок в режиме G83, как это показано выше, движение изменяется с быстрого хода на подачу резания за "m" мм до позиции, обрабатываемой последней. После достижения дна отверстия ось возвращается в соответствии с режимом G98 или G99.
"m" различается в зависимости от настройки параметра "#8013 Возврат G83".
Программируйте так, чтобы q1 > m. Во время покадрового режима работа останавливается после команд (1), (2) и (n).

13.1.4 Цикл нарезания резьбы метчиком ; G84

Формат команды

G84 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Ff1 Pp1,Rr2 Ss1 ,Ss2 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Qq1	Величина снятия для каждого прохода режущим инструментом (инкрементное значение)
Ff1	Величина подачи оси Z (шаг нарезаемой резьбы) на оборот шпинделя (модальная команда)
Pp1	Указание времени выдержки в позиции дна отверстия (десятичные точки игнорируются) (модальное)
,Rr2	Выбор метода синхронизации (r2 =1 синхронно, r2 =0 асинхронно) (Если никакого указания нет, режим соответствует настройке параметра "#1229/бит 4 synchronous tap")
Ss1	Команда скорости вращения шпинделя (примечание 1)В режиме синхронного нарезания резьбы метчиками S-команда типа "Sn = *****" игнорируется. (n: номер шпинделя, *****: скорость вращения) (примечание 2)Если S-команда задана во время модального синхронного нарезания резьбы метчиками, возникает ошибка программы (P186).
,Ss2	Скорость вращения шпинделя при возврате
Ll1	Указание количества повторений (от 0 до 9999). Если установлен ″0″, не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Во время режима асинхронного нарезания резьбы метчиками адрес F интерпретируется как подача резания.

Подробное описание

Обычный цикл нарезания резьбы метчиком (если Q не указано)

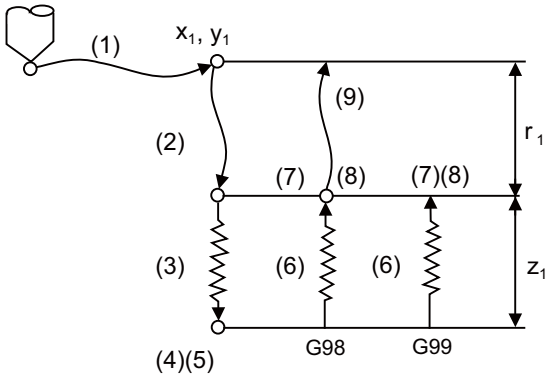


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G4 Pp1
(5)	-	-	M4 (обратное вращение шпинделя)
(6)	-	Недействительно	G1 Z-z1 Ff1
(7)	-	-	G4 Pp1
(8)	-	-	M3 (прямое вращение шпинделя)
(9)	-	Действительно	Режим G98 G0 Z-r1 Режим G99 Без движения

Если r2 = 1, применяется режим синхронного нарезания резьбы метчиками. Если r2 = 0, применяется режим асинхронного нарезания резьбы метчиками.

Если команда r2 отсутствует, режим соответствует настройке параметра.

При выполнении команды G84 подмена отменяется и ее величина автоматически устанавливается на 100%.

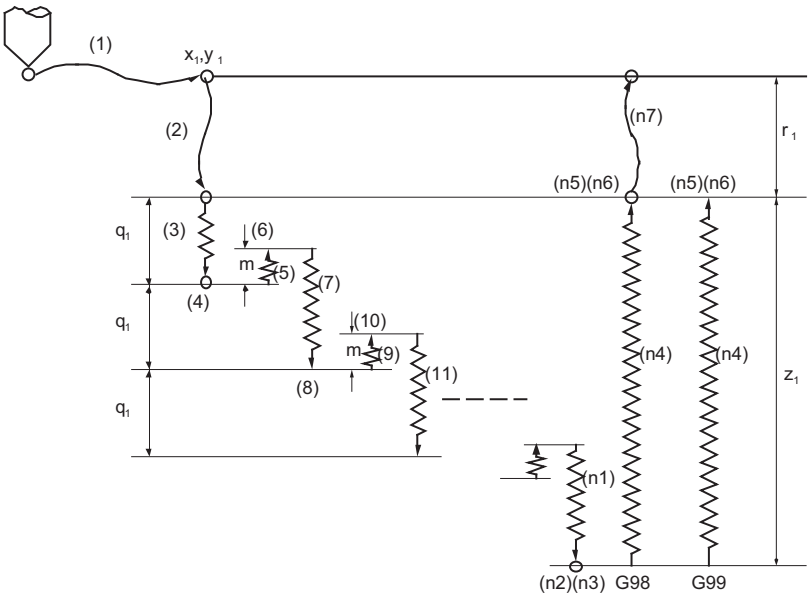
Если параметр управления "G00 DRY RUN" включен, в отношении команды позиционирования действует режим холостого прогона. Если во время выполнения G84 нажата кнопка удержания подачи, немедленный останов движения не происходит. Вместо этого останов происходит после (6) во время последовательностей (3)...(6). 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.

Цикл нарезания резьбы с периодическим выводом метчика (#1272 ext08/бит 4 =0)



m : параметр (#8018 G74 RETRACT)

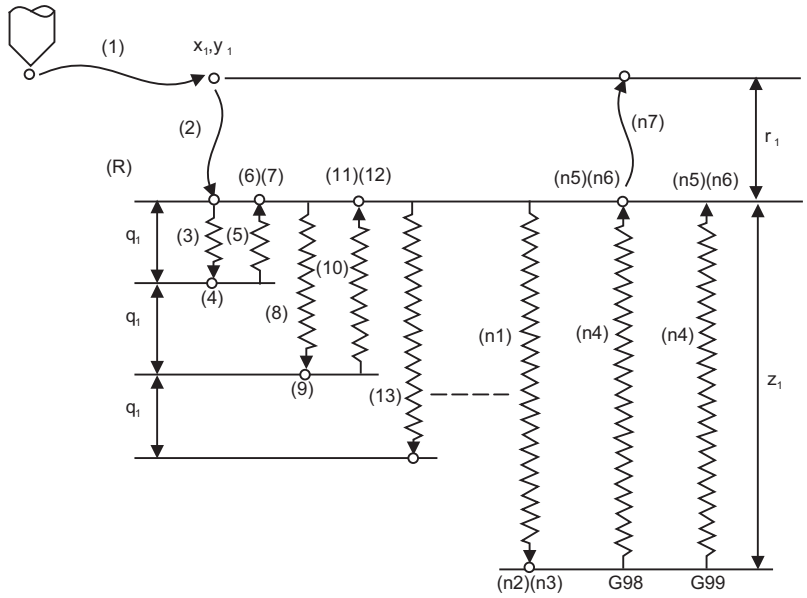
(Примечание)Приведена программа для команды G84.

Прямое (M3) и обратное (M4) вращение шпинделя реверсируются с помощью команды G74.

Схема операции	Программа
(1)	G0 Xx1 Yy1 ,Ii1
(2)	G0 Zr1
(3)	G1 Zq1 Ff1
(4)	M4 (обратное вращение шпинделя)
(5)	G1 Z-m Ff1
(6)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(7)	G1 Z(q1+m) Ff1
(8)	M4 (обратное вращение шпинделя)
(9)	G1 Z-m Ff1
(10)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(11)	G1 Z(q1+m) Ff1
:	:
(n1)	G1 Z(z1-q1*n) Ff1
(n2)	G4 Pp1
(n3)	M4 (обратное вращение шпинделя)
(n4)	G1 Z-z1 Ff1 Ss2
(n5)	G4 Pp1
(n6)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(n7)	Режим G98 G0 Z − r1,Jj1 Режим G99 Без движения

Приложенную к инструменту нагрузку можно уменьшить, указав глубину нарезания за один проход (Q) и обработав деталь до дна отверстия за несколько проходов. Количество выводов из отверстия устанавливается с помощью параметра "#8018 G84/G74 return". Выберите либо цикл нарезания резьбы с периодическим выводом метчика, либо цикл нарезания резьбы в глубоком отверстии с помощью параметра "#1272 ext08/бит 4". Если "глубина резания за один проход Q" указана в кадре, содержащем команду G84 или G74 при выбранном "цикле нарезания резьбы с периодическим выводом метчика", выполняется цикл нарезания резьбы с периодическим выводом метчика.
В следующих случаях выполняется обычный цикл нарезания резьбы метчиком.
- Если Q не указано.
- Если значение команды Q равно нулю.

Цикл глубокого нарезания резьбы метчиком (#1272 ext08/бит 4 =1)



(R) точка R
(Примечание)Приведена программа для команды G84.
Прямое (M3) и обратное (M4) вращение шпинделя реверсируются с помощью команды G74.

Схема операции	Программа
(1)	G0 Xx1 Yy1
(2)	G0 Zr1
(3)	G9 G1 Zq1 Ff1
(4)	M4 (обратное вращение шпинделя)
(5)	G9 G1 Z-q1 Ff1
(6)	G4 Pp1
(7)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(8)	G9 G1 Z(2*q1) Ff1
(9)	M4 (обратное вращение шпинделя)
(10)	G9 G1 Z-(2*q1) Ff1
(11)	G4 Pp1
(12)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(13)	G9 G1 Z(3*q1) Ff1
:	:
(n1)	G9 G1 Zz1 Ff1
(n2)	G4 Pp1
(n3)	M4 (обратное вращение шпинделя)
(n4)	G9 G1 Z-z1 Ff1
(n5)	G4 Pp1
(n6)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(n7)	Режим G98 G0 Z-r1 Режим G99 Без движения

При нарезании резьбы метчиком в глубоком отверстии приложенную к инструменту нагрузку можно уменьшить, указав глубину нарезания за один проход и обрабатывая деталь до дна отверстия за несколько проходов.

В цикле нарезания резьбы в глубоком отверстии инструмент каждый раз отводится в точку R.

Выберите либо цикл нарезания резьбы с периодическим выводом метчика, либо цикл нарезания резьбы в глубоком отверстии с помощью параметра "#1272 ext08/бит 4".

Если "глубина резания за один проход Q" указана в кадре, содержащем команду G84 или G74, и при этом с помощью параметра выбран "цикл нарезания резьбы в глубоком отверстии", выполняется цикл нарезания резьбы в глубоком отверстии.

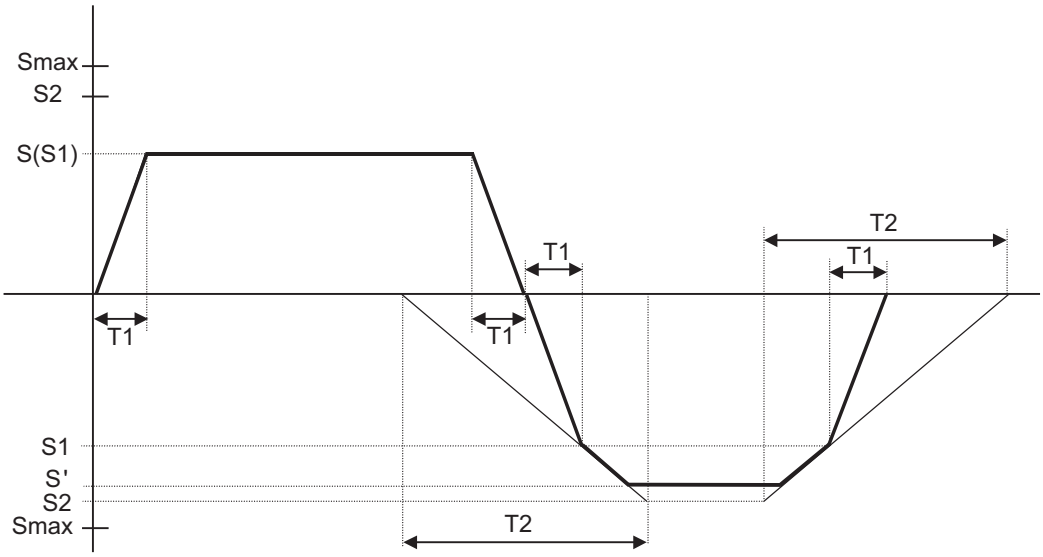
В следующих случаях выполняется обычный цикл нарезания резьбы метчиком.

- Если Q не указано
- Если значение команды Q равно нулю

Характеристика ускорения/замедления шпинделя во время синхронного нарезания резьбы метчиками

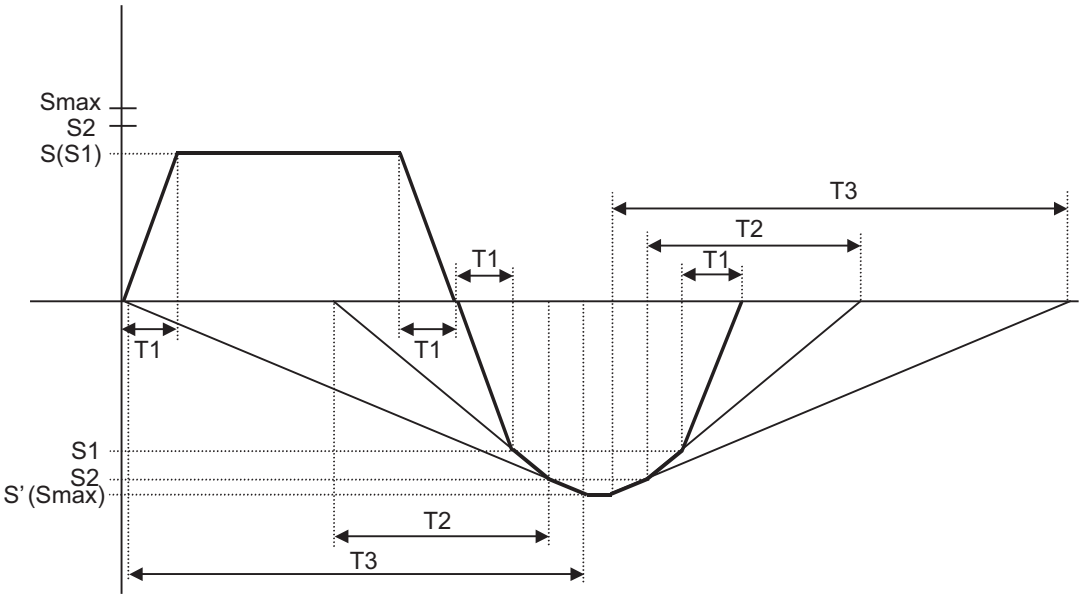
Эта функция позволяет приблизить характеристику ускорения/замедления шпинделя к характеристике контура скорости, разбив характеристику ускорения/замедления шпинделя и оси сверления на три ступени во время синхронного нарезания резьбы.
Ускорение/замедление может быть установлено на максимум трёх участках для каждой ступени скоростей вращения шпинделя.
При возврате со дна отверстия возможен быстрый возврат на скорости вращения шпинделя во время возврата. Скорость вращения шпинделя во время возврата рассматривается как модальная величина.

(1) Если скорость вращения при нарезании резьбы метчиком < скорость вращения шпинделя во время возврата < = скорость вращения шпинделя при переключении синхронного нарезания резьбы метчиками 2



S	Задание скорости вращения шпинделя
S'	Скорость вращения шпинделя при возврате
S1	Скорость вращения при нарезании резьбы метчиком (параметры базовой спецификации шпинделя #3013...#3016)
S2	Скорость вращения шпинделя 2 для переключения синхронного нарезания резьбы (параметры базовой спецификации шпинделя #3037...#3040)
Smax	Максимальная скорость вращения (параметры базовой спецификации шпинделя #3005...#3008)
T1	Постоянная времени нарезания резьбы метчиком (параметры базовой спецификации шпинделя #3017...#3020)
T2	Постоянная времени 2 для переключения синхронного нарезания резьбы (параметры базовой спецификации шпинделя #3041...#3044)

(2) Если скорость вращения шпинделя при переключении синхронного нарезания резьбы метчиками 2 < скорость вращения шпинделя во время возврата



S	Задание скорости вращения шпинделя
S'	Скорость вращения шпинделя при возврате
S1	Скорость вращения при нарезании резьбы метчиком (параметры базовой спецификации шпинделя #3013...#3016)
S2	Скорость вращения шпинделя 2 для переключения синхронного нарезания резьбы (параметры базовой спецификации шпинделя #3037...#3040)
Smax	Максимальная скорость вращения (параметры базовой спецификации шпинделя #3005...#3008)
T1	Постоянная времени нарезания резьбы метчиком (параметры базовой спецификации шпинделя #3017...#3020)
T2	Постоянная времени 2 для переключения синхронного нарезания резьбы (параметры базовой спецификации шпинделя #3041...#3044)
T3	Постоянная времени 3 для переключения синхронного нарезания резьбы (параметры базовой спецификации шпинделя #3045...#3048)

Скорость подачи для цикла нарезания резьбы метчиком и возврата после нарезания резьбы

Скорости подачи для цикла нарезания резьбы метчиком и возврата после нарезания резьбы устанавливаются по следующему принципу.

(1) Выбор цикла синхронного/асинхронного нарезания резьбы метчиками

<Программа> G84…, Rxx	Параметр управления Синхронное нарезание резьбы метчиками	Синхронное/асинхронное
,R00	-	асинхронное
,Rxx не указано	Bad compen intrf byp :	
	Bad compen intrf byp :	синхронное
,R01	-	

- Не имеет отношения к этой настройке

(2) Выбор скорости подачи цикла асинхронного нарезания резьбы метчиками

G94/G95	Параметр управления Действие 1-разрядной уставки F	Командное значение F	Минутная подача
G94	Bad compen intrf byp :	задание F	Вид подачи
	Bad compen intrf byp :	Отличное от F0-F8	
		F0-F8 (без десятичной точки)	F1-подача
G95	-	задание F	Оборотная подача

- Не имеет отношения к этой настройке

(3) Скорость вращения шпинделя при возврате в цикле синхронного нарезания резьбы

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единицы)	Примечания
,S	Скорость вращения шпинделя при возврате	0...99999 (об/мин)	Данные являются модальными. Если значение меньше скорости вращения шпинделя, то действует значение скорости шпинделя при возврате. Если скорость вращении я шпинделя при возврате не равна 0, то значение коррекции скорости возврата метчика будет недействительным.

М-код для команды прямого/обратного вращения

М-код, настроенный в параметре "#3028 sprcmn", выводится как М-код для прямого/обратного вращения шпинделя на "дне отверстия" или в "точке R" во время цикла асинхронного нарезания резьбы метчиками.
Учитывайте, что если параметр "#3028 sprcmm" установлен на "0", то для прямого вращения выводится код "M3", а для обратного вращения − код "M4".

Команда подачи в минуту для синхронного нарезания резьбы метчиками

Активируйте команду подачи в минуту при синхронном нарезании резьбы метчиками путем настройки параметра "#1268 ext04/бит 2". Если этот параметр задействован, применяются модальные команды G94 и G95.

	Во время модального действия команды G94	**Во время модального действия команды G95**
#1268/бит 2 = ВКЛ.	Вид подачи	Оборотная подача
#1268/бит 2 = ВЫКЛ.	Оборотная подача	Оборотная подача

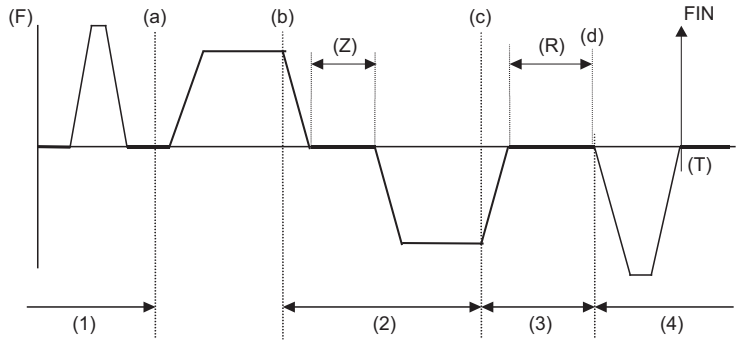
Настройки параметров и ось нарезания резьбы метчиком

(1) Настройки контроля "в позиции" при синхронном нарезании резьбы метчиками

#1223 aux07				"P" задание команды G84/G74	Контроль "в позиции" во время синхронного нарезания резьбы метчиками
бит 3	бит 4	бит 5	бит 2		
Контроль "в позиции" во время синхронного нарезания резьбы метчиками	дно отверстия	точка R	точка I -> точка R		
0	-	-	-	-	Выполнять контроль "в позиции" в точке I -> точке R / точке R / на дне отверстия.
1	-	-	-	Без указания "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. точка I -> точка R: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	1	1	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 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. точка I -> точка R: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	0	1	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Выполнение контроля "в позиции" на основе диапазона "в позиции" нарезания резьбы. R точка Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I -> точка R: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	1	1	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка Выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I -> точка R: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	0	1	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I -> точка R: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	1	0	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Выполнение контроля "в позиции" на основе диапазона "в позиции" нарезания резьбы. R точка Выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I -> точка R: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	0	0	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Выполнение контроля "в позиции" на основе диапазона "в позиции" нарезания резьбы. R точка Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I -> точка R: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	1	0	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка Выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I -> точка R: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	0	0	Указание "P" Пример: G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	Дно отверстия Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. точка I → точка R: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.

(Примечание 1)Точка I обозначает начальную точку.

(2) Диапазон "в позиции" и движение оси нарезания резьбы для проверки "в позиции" при синхронном нарезании резьбы



(Z) дно отверстия (R) точка R

(a) Завершение подачи G0 из точки R "в позиции"
(b) Начало замедления G1 при врезании метчика
(c) Начало замедления G1 при возврате после нарезания резьбы
(d) Запуск подачи G0 в точку R

(1) Участок, на котором выполняется проверка "в позиции" с помощью G0inps.
(2) Участок, на котором выполняется проверка "в позиции" с помощью TapInp.
(3) Участок, на котором выполняется проверка "в позиции" с помощью G1inps.
(4) Участок, на котором выполняется проверка "в позиции" с помощью sv024.

R точка Проверка "в позиции" с помощью G1inps
Точка I: Проверка "в позиции" с помощью G0inps
Дно отверстия Проверка "в позиции" с помощью Tapinps

(3) Связь между настройками параметров и движением осей нарезания резьбы для контроля "в позиции" при синхронном нарезании резьбы метчиками

#1223 aux07				Время ожидания на дне отверстия	Действия у дна отверстия	Работа в точке R	Работа на участке "точка I -> точка R"
бит 3	бит 4	бит 5	бит 2				
Контроль "в позиции" при синхронном нарезании резьбы метчиками	Дно отверстия	Точка R	Точка I -> точка R				
0	-	-	-	Время указано с помощью "P". Если "P" не указано, на обработку программы дополнительно затрачиваются несколько десятков миллисекунд.	Операция, определенная настройками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): бит 1.	Операция, определенная настройками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): бит 1.	Операция, определенная настройками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): бит 1.
1	0	0	1	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба значения равны 0, выдержка не происходит.	Ждать, пока не истечет время левого столбца.		Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G0inps.
1	0	1	1	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба значения равны 0, выдержка не происходит.	Ждать, пока не истечет время левого столбца.	Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G1inps.	Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G0inps.
1	1	0	1	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба значения равны 0, выдержка не происходит.	После завершения проверки "в позиции" ждать, пока не истечет время выдержки в левом столбце.		Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G0inps.
1	1	1	1	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба параметра установлены на "0", затрачиваются несколько 10мс в качестве времени обработки.	После завершения проверки "в позиции" ждать, пока не истечет время выдержки в левом столбце.	Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G1inps.	Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G0inps.
1	0	0	0	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба значения равны 0, выдержка не происходит.	Ждать, пока не истечет время левого столбца.		
1	0	1	0	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба значения равны 0, выдержка не происходит.	Ждать, пока не истечет время левого столбца.	Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G1inps.	
1	1	0	0	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба значения равны 0, выдержка не происходит.	После завершения проверки "в позиции" ждать, пока не истечет время выдержки в левом столбце.		
1	1	1	0	Действует большее значение из двух ("P" и TapDwl (#1313)). Если оба параметра установлены на "0", затрачиваются несколько 10мс в качестве времени обработки.	После завершения проверки "в позиции" ждать, пока не истечет время выдержки в левом столбце.	Ждать завершения проверки "в позиции" с помощью функции G1inps.	

(Примечание 1)Точка I обозначает начальную точку.

Примечания: Если проверка "в позиции" на дне отверстия не выполняется, необходимо время внутренней обработки программы длительностью в несколько десятков миллисекунд.
Кроме того, необходимо время внутренней обработки от 0 до 14,2 мс в точке R.
То же самое относится ко времени переключения усиления шпинделя на участке "точка I -> точка R".

13.1.5 Расточка ; G85

Формат команды

G85 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен "0", не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Подробное описание

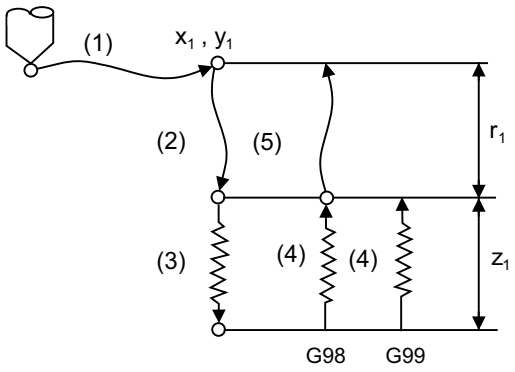


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zz1 Ff1
(4)	-	Недействительно	G1 Z-z1 Ff1
(5)	-	Недействительно	Режим G98 G0Z-r1 Режим G99 Без движения

Во время покадрового режима работа останавливается после команд (1), (2) и (4) или (5).

13.1.6 Расточка ; G86

Формат команды

G86 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Designation of hole bottom position (absolute value or incremental value) (modal)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Pp1	Указание времени выдержки в позиции дна отверстия (десятичные точки игнорируются) (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен "0", не выполняется

Подробное описание

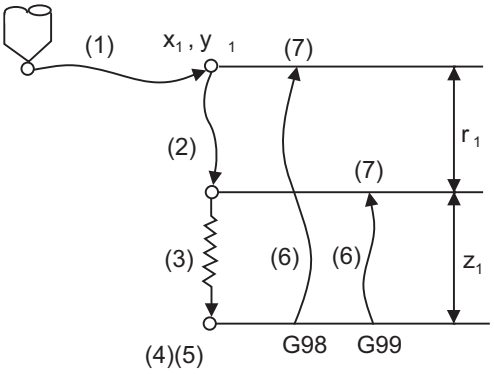


Схема операции	Программа
(1)	G0 Xx1 Yy1
(2)	G0 Zr1
(3)	G1 Zz1 Ff1
(4)	G4 Pp1
(5)	M5 (останов шпинделя)
(6)	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − z1
(7)	M3 (прямое вращение шпинделя)

Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (7) в режиме покадрового останова.

13.1.7 Обратная расточка ; G87

Формат команды

G87 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Iq1 Jq2 Kq3 Ff1 Ll1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Iq1 Jq2 Kq3	Указание величины смещения (инкрементная величина) (модальная команда) Ниже перечислены адреса команд для каждого выбора плоскости. Плоскость G17: IJ Плоскость G18: KI Плоскость G19: JK В зависимости от настройки параметра, величину смещения можно указать с помощью адреса Q. см. "Указание величины смещения (I, J, K)".
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется

Подробное описание

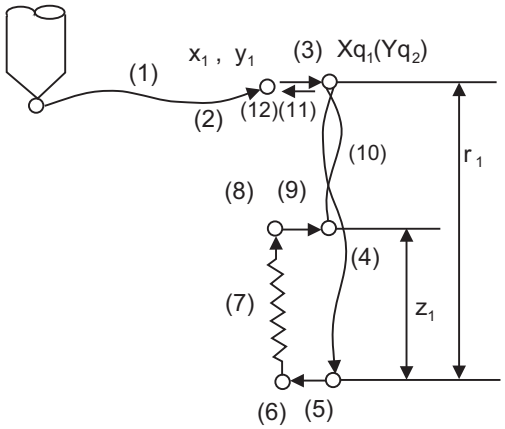
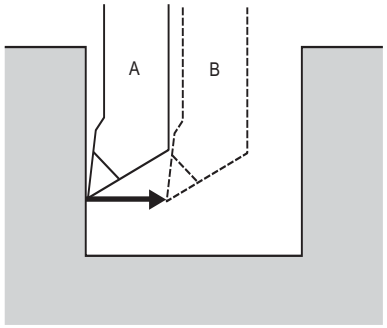


Схема операции	Программа
(1)	G0 Xx1 Yy1
(2)	M19 (ориентирование шпинделя)
(3)	G0 Xq1 (Yq2) (смещение)
(4)	G0 Zr1
(5)	G1 X-q1(Y-q2)Ff1 (смещение)
(6)	M3 (прямое вращение шпинделя)
(7)	G1 Zz1 Ff1
(8)	M19 (ориентирование шпинделя)
(9)	G0 Xq1 (Yq2) (смещение)
(10)	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − (r1+z1)
(11)	G0 X-q1(Y-q2) (смещение)
(12)	M3 (прямое вращение шпинделя)

Во время покадрового режима работа останавливается после команд (1), (4), (6) и (11).

Указание величины смещения (I, J, K)

С помощью этой команды можно выполнять высокоточное сверление, при котором не остаются царапины на обрабатываемой поверхности. Позиционирование на дне отверстия и вывод (возврат) после резки выполняются в состоянии смещения в направлении, противоположном резцу.



A: Позиция инструмента во время резания

B: Позиция инструмента при позиционировании на дне отверстия, а также при выводе после резки.

Для каждого выбора плоскости используются следующие адреса команды для указания величины смещения.
Плоскость G17: IJ
Плоскость G18: KI
Плоскость G19: JK

Смещение выполняется с линейной интерполяцией, скорость подачи соответствует F-команде.
Задавайте I, J, и K в виде инкрементных значений в одном и том же кадре с данными позиций отверстий.
I, J и K являются модальными указаниями во время стандартного цикла.
(Примечание)Если параметр "#1080 Dril_Z" установлен (этот параметр фиксированно задает в качестве оси сверления ось Z), то вместо I и j величину смещения можно указать с помощью адреса Q. В этом случае с помощью параметров "#8207 G76/87 No shift" и "#8208 G76/87 Shift (−)" устанавливается, должно ли происходит смещение, а также указать направление смещения. Знак Q игнорируется − это значение обрабатывается как положительное. Значение Q во время стандартного цикла является модальным. Оно используется также как величина снятия G83, G73 и G76.

13.1.8 Расточка ; G88

Формат команды

G88 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Pp1	Задание выдержки времени в нижней позиции отверстия (десятичная точка игнорируется)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется

Подробное описание

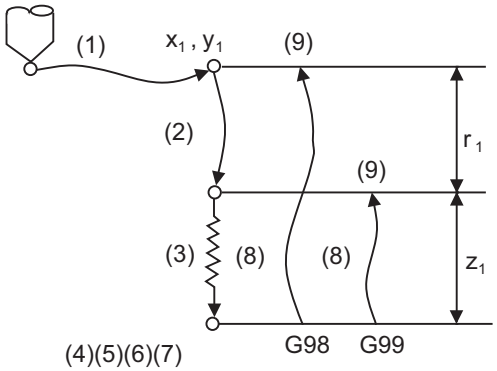


Схема операции	Программа
(1)	G0 Xx1 Yy1
(2)	G0 Zr1
(3)	G1 Zz1 Ff1
(4)	G4 Pp1
(5)	M5 (останов шпинделя)
(6)	Останов, если выключатель покадрового останова включен.
(7)	Выключатель автоматического запуска ВКЛ.
(8)	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − z1
(9)	M3 (прямое вращение шпинделя)

Во время покадрового режима работа останавливается после команд (1), (2), (6) и (9).

13.1.9 Расточка ; G89

Формат команды

G89 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ,Ii1,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Pp1	Указание времени выдержки в позиции дна отверстия (десятичные точки игнорируются) (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен "0", не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Подробное описание

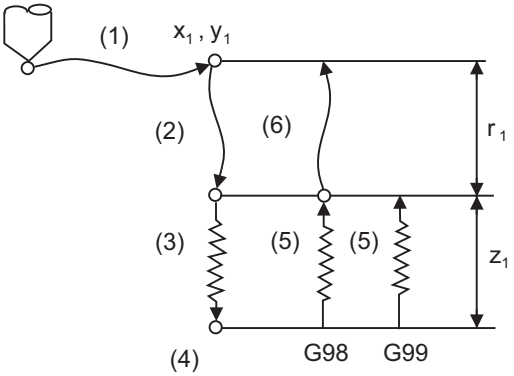


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G4 Pp1
(5)	-	Недействительно	G1 Z-z1 Ff1
(6)	-	Действительно	Режим G98 G0 Z − r1 Режим G99 Без движения

Во время покадрового режима работа останавливается после команд (1), (2) и (5) или (6).

13.1.10 Цикл нарезания резьбы метчиком (ось Z) ; G73

Формат команды

G73 Xx1 Yy1 Zz1 Qq1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Qq1	Величина снятия для каждого прохода режущим инструментом (инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Pp1	Указание времени выдержки в позиции дна отверстия (десятичные точки игнорируются) (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен "0", не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Подробное описание

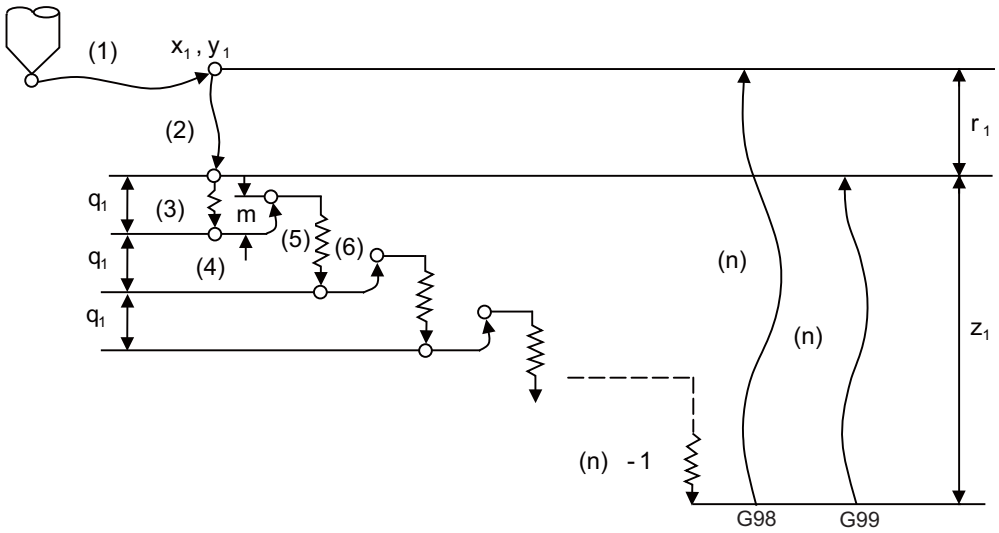


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zq1 Ff1
(4)	-	-	G4 Pp1
(5)	-	Недействительно	G0 Z-m
(6)	-	Недействительно	G1 Z(q1+m) Ff1
:			
(n)-1	-	Недействительно	
(n)	-	Действительно	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − z1

При выполнении второй и последующих резок в G73, как это показано выше, движение возврата происходит несколько ("m") мм на скорости быстрого хода, а затем переключается на подачу резания. Величина возврата "m" различается в зависимости от настройки параметра "#8012 G73 return". Операция останавливается после (1), (2) и (n) команд в режиме покадрового останова.

13.1.11 Цикл обратного нарезания резьбы метчиком ; G74

Формат команды

G74 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 ,Rr2 Ss1 ,Ss2 Ll1 ,Ii1,Jj1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Ff1	Величина подачи оси Z (шаг нарезаемой резьбы) на оборот шпинделя (модальная команда)
Pp1	Указание времени выдержки в позиции дна отверстия (десятичные точки игнорируются) (модальное)
,Rr2	Выбор метода синхронизации (r2 =1 синхронно, r2 =0 асинхронно) (модальный) (Если указаний нет, режим соответствует настройке параметра "#1229/бит 4 synchronous tap")
Ss1	Скорость вращения шпинделя (примечание)В режиме синхронного нарезания резьбы метчиками S-команда типа "Sn = *****" игнорируется. (n: номер шпинделя, *****: скорость вращения) (примечание)Если S-команда задана во время модального синхронного нарезания резьбы метчиками, возникает ошибка программы (P186).
,Ss2	Скорость вращения шпинделя при возврате
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется
,Ii1	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,Jj1	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

Во время режима асинхронного нарезания резьбы метчиками адрес F интерпретируется как подача резания.

Подробное описание

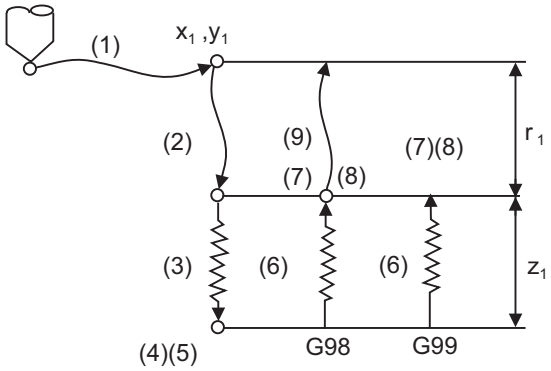


Схема операции	i1	j1	Программа
(1)	Действительно	-	G0 Xx1 Yy1
(2)	-	Недействительно	G0 Zr1
(3)	-	Недействительно	G1 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G4 Pp1
(5)	-	-	M3 (прямое вращение шпинделя)
(6)	-	Недействительно	G1 Z-z1 Ff1
(7)	-	-	G4 Pp1
(8)	-	-	M4 (обратное вращение шпинделя)
(9)	-	Действительно	Режим G98 G0 Z-r1 Режим G99 Без движения

Если r2 = 1, применяется режим синхронного нарезания резьбы метчиками. Если r2 = 0, применяется режим асинхронного нарезания резьбы метчиками. Если команда r2 отсутствует, режим соответствует настройке параметра.

При выполнении G74 ручная коррекция скорости не действует, а её значение автоматически устанавливается в 100%. Если параметр "#1085 G00 Drn" установлен на "1", в отношении команды позиционирования действует режим холостого прогона.

Если кнопка останова подачи нажата во время выполнения G74 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 действия команд G74 и G84 выводится выходной сигнал ЧПУ "Нарезание резьбы метчиком".

Во время модального режима G74 синхронного нарезания резьбы коды S, M3, M4 и M5 выводиться не будут.

Характеристика ускорения/замедления шпинделя во время синхронного нарезания резьбы метчиками

см. "Цикл нарезания резьбы метчиком; G84".

Скорость подачи для цикла нарезания резьбы метчиком и возврата после нарезания резьбы

см. "Цикл нарезания резьбы метчиком; G84".

M-код для команды прямого/обратного вращения

см. "Цикл нарезания резьбы метчиком; G84".

Настройки параметров и ось нарезания резьбы метчиком

см. "Цикл нарезания резьбы метчиком; G84".

13.1.12 Резание по окружности ; G75

Принцип действия и назначение

Резание по окружности запускается с позиционирования осей X и Y в центре окружности. Затем ось Z начинает резать в позиции, указанной в команде. Инструмент обрабатывает изнутри траекторию, соответствующую правильной окружности, и возвращается в центральную позицию.

Формат команды

G75 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Pp1 Ff1 Ll1 ;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Qq1	Радиус наружной окружности (модальный)
Pp1	Номер компенсации радиуса инструмента (модальный)
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен ″0″, не выполняется

Подробное описание

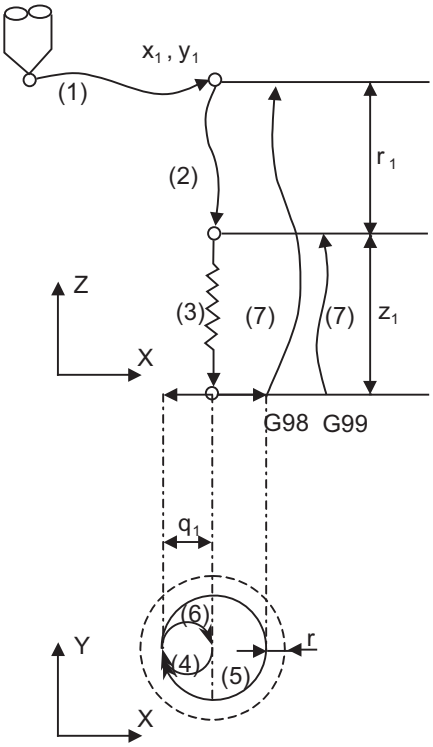


Схема операции	Программа	
(1)	G0 Xx1 Yy1	n:q1 > = 0 -> G02 q1 < 0 -> G03 r: величина компенсации радиуса инструмента, которая соответствует номеру, заданному в виде p1.
(2)	G0 Zr1	
(3)	G1 Zz1 Ff1	
(4)	Gn X-(q1-r) I-(q1/2) Полукруг внутренней окружности	
(5)	Iq1	
(6)	X(q1-r) I(q1/2) Полукруг внутренней окружности	
(7)	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − z1	

Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (6) в режиме покадрового останова.

13.1.13 Тонкая расточка ; G76

Формат команды

G76 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Iq1 Jq2 Kq3 Ff1 Ll1;

Xx1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Yy1	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Zz1	Указание нижней позиции отверстия (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Rr1	Указание позиции точки R (абсолютное или инкрементное значение) (модальное)
Iq1 Jq2 Kq3	Указание величины смещения (инкрементная величина) (модальная команда) Ниже перечислены адреса команд для каждого выбора плоскости. Плоскость G17: IJ Плоскость G18: KI Плоскость G19: JK В зависимости от настройки параметра, величину смещения можно указать с помощью адреса Q. см. "Указание величины смещения (I, J, K)".
Ff1	Указание скорости для подачи резания (модальное)
Ll1	Задание количества повторов, (0...9999) Если установлен "0", не выполняется

Подробное описание

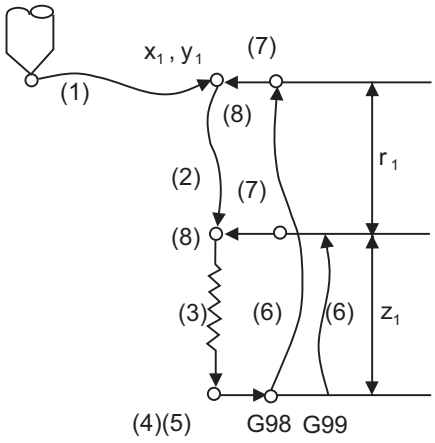
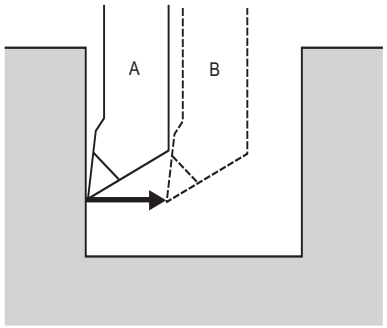


Схема операции	Программа
(1)	G0 Xx1 Yy1
(2)	G0 Zr1
(3)	G1 Zz1 Ff1
(4)	M19 (ориентирование шпинделя)
(5)	G1 Xq1 (Yq2)Ff1 (смещение)
(6)	Режим G98 G0 Z − (z1+r1) Режим G99 G0 Z − z1
(7)	G0 X-q1 (Y-q2) (смещение)
(8)	M3 (прямое вращение шпинделя)

Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (7) в режиме покадрового останова.

Указание величины смещения (I, J, K)

С помощью этой команды можно выполнять высокоточное сверление, при котором не остаются царапины на обрабатываемой поверхности.
Позиционирование на дне отверстия и вывод (возврат) после резки выполняются в состоянии смещения в направлении, противоположном резцу.



A: Позиция инструмента во время резания
B: Позиция инструмента при выводе после резания

Для каждого выбора плоскости используются следующие адреса команды для указания величины смещения.
Плоскость G17: IJ
Плоскость G18: KI
Плоскость G19: JK

Смещение выполняется с линейной интерполяцией, скорость подачи соответствует F-команде.
Задавайте I, J, и K в виде инкрементных значений в одном и том же кадре с данными позиций отверстий. I, J и K являются модальными указаниями во время стандартного цикла.
(Примечание)Если параметр "#1080 Dril_Z" установлен (этот параметр в качестве оси сверления фиксированно задает ось Z), то вместо I и j величину смещения можно указать с помощью адреса Q. В этом случае с помощью параметров "#8207 G76/87 IGNR" и "#8208 G76/87 (−)" следует выбрать, должно ли происходить смещение, а также указать направление смещения. Знак Q игнорируется − это значение обрабатывается как положительное. Значение Q во время стандартного цикла является модальным. Оно используется также как величина снятия для команд G83, G87 и G73.

13.1.14 Меры предосторожности в отношении использования стандартного цикла

Указания

(1) Прежде чем задавать стандартный цикл, необходимо придать шпинделю определенное направление вращения с помощью M-команды ("M3 ;" или "M4 ;"). Учитывайте, что для команды G87 (обратная расточка) команда вращения шпинделя встроена в стандартный цикл. Поэтому заранее следует задать только команду скорости вращения.

(2) Если осевые данные и команда R заданы в кадре во время стандартного цикла, сверление отверстия выполняется. Если данные отсутствуют, обработка отверстий не производится. Учитывайте, что даже в случае существования данных оси X отверстие не сверлится, если данные представляют собой команду времени выдержки (G04).

(3) Задавайте команду данных обработки отверстия (Q, P, I, J, K) в кадре, в котором выполняется сверление (кадре, содержащем базовую ось, дополнительную ось или данные R).

(4) Стандартный цикл сверления отверстий, помимо G80, также отменяется командами G0-G03. Если эти функции заданы в том же кадре, что и стандартный цикл, произойдет следующее.

m = 00...03, 33 n = стандартные циклы

Gm Gn X_Y_Z_R_Q_P_L_F_;

Gm	:	Выполнение	Gn	:	Игнорирование			
X_Y_Z	:	Выполнение	R_Q_P_L	:	Игнорирование	F	:	Запись

Обратите внимание, что для команд G02 и G03 значение R будет интерпретировано как радиус дуги.

(5) Если в одном и том же кадре со стандартным циклом или во время режима стандартного цикла задана команда M00 или M01, стандартный цикл игнорируется. Вместо этого, M00 и M01 будут выданы после позиционирования. Стандартный цикл выполняется, если задана команда X, Y, Z или R.

(6) Если задана M-функция в том же кадре, что и команда стандартного 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 указано количество раз, вышеописанное управление выполняется только для первого сверления.

(7) Если в одном и том же кадре с управляемой осью стандартного цикла задается другая управляемая ось (например, поворотная ось, дополнительная ось), то стандартный цикл выполняется после перемещения другой управляемой оси.

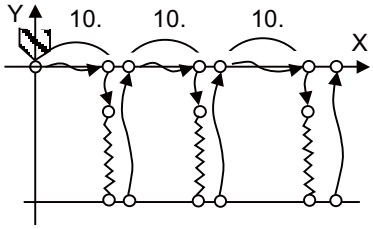
(8) Если число повторов L не указано, устанавливается L1. Если L0 задано в том же кадре, что и G-команда стандартного цикла, то данные обработки отверстия будут сохранены, но обработка отверстия выполняться не будет.
(Пример) G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ L0_ ;
Коды с адресами выполнения лишь сохраняются в памяти

(9) При выполнении стандартного цикла модальная команда, заданная в программе стандартного цикла, действует только в подпрограмме стандартного цикла. Модальные данные, заданные в программе обработки, не будут действовать.

(10) Невозможно вызвать другие подпрограммы из подпрограммы стандартного цикла.

(11) Десятичные точки в командах перемещений будут игнорированы в подпрограмме стандартного цикла.

(12) Если число повторений L равно 2 или больше во время инкрементного режима, позиционирование также будет инкрементным каждый раз.
(Пример) G91 G81 X10. Z-50. R-20. F100. L3;



(13) Если скорость вращения шпинделя при возврате меньше заданной скорости шпинделя, то значение заданной скорости вращения шпинделя будет действовать даже при возврате.

(14) 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.

(15) Если значения, настроенные в параметре базовой спецификации шпинделя "Скорость вращения при нарезании резьбы метчиком" и "Переключение скорости вращения шпинделя 2 при синхронном нарезании резьбы метчиками", превышают максимальную скорость вращения, скорость вращения шпинделя фиксируется на максимальной скорости вращения.

(16) Если скорость вращения шпинделя во время возврата не равна 0, значение подмены для возврата метчика не действует.

(17) В кадре, в котором направление движения какой-либо оси изменяется на противоположное, как это показано ниже, нагрузка сервосистемы сильно возрастает, поэтому не задавайте в программе обработки команду диапазона "в позиции".
G0 X100. ,I10.0;
X-200.;

(18) Время позиционирования и линейной интерполяции может быть уменьшено путем увеличения диапазона выхода на заданную позицию с помощью соответствующей команды. Однако при запуске следующего кадра величина ошибки позиционирования предыдущего кадра также возрастает, поэтому могут возникнуть препятствия для текущей обработки на станке.

(19) Диапазон "в позиции" и величина ошибки позиционирования сравниваются в настроенный момент, поэтому величина ошибки позиционирования в точке "в позиции" будет меньше, чем заданный в команде диапазон "в позиции".

(20) 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.

(21) Синхронное или асинхронное нарезание резьбы метчиками можно выбрать с помощью М-функции.
Параметры базовой спецификации

#	Элемент		Подробное описание	Диапазон настройки
1272 (PR)	ext08	бит 1	Действует цикл синхронного нарезания резьбы метчиками М-функции.	0: Недействительно 1: Действительно

Если этот параметр выключен, синхронное нарезание резьбы метчиками не может быть выбрано с помощью М-функции.

Параметры базовой спецификации

#	Элемент	Подробное описание	Диапазон настройки
1513	stapM	М-код для выбора синхронного нарезания резьбы метчиками	от 0 до 99999999

Режим синхронного нарезания резьбы метчиками выбирается с помощью кода вспомогательной функции, настроенного в этом параметре. Команду с М-функцией можно задать непосредственно перед кадром, содержащим команду нарезания резьбы метчиком, или в нем же.
Если используется этот параметр, активируйте параметр "#1272 ext08/бит 1" М-функция для синхронного цикла нарезания резьбы метчиком".

Выбор синхронного или асинхронного нарезания резьбы метчиками соответствует одному из сочетаний, перечисленных ниже.

	Сочетание											
Команда программы (,R0/1)	0	0	0	0	1	1	1	1	Без команды			
#1229(бит 4) (действие синхронного нарезания резьбы)	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
Код М-функции (М**)	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○
Выбор "синхронный/ асинхронный"	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	C	C

× : Не задает
○ : Задает
A : Асинхронная нарезка метчиком
C : Синхронное нарезание метчиком

(Примечание 1)Не используйте М00, 01, 02, 30, 98 или 99.
(Примечание 2)В зависимости от модели, выбор с помощью М-функции может быть невозможен.

(22) Даже если параметр "#1151 rstinit" выключен, "сброс ЧПУ 1" во время выполнения стандартного цикла отменяет стандартный цикл.

13.1.15 Возврат в исходную точку и на уровень точки R ; G98,G99

Принцип действия и назначение

Можно выбрать, что должно использоваться в качестве уровня возврата в окончательной последовательности стандартного цикла − точка R или исходный уровень.

Формат команды

G98 ; ... Возврат на исходный уровень

G99 ; ... Возврат на уровень точки R

Подробное описание

Связь между режимом G98/G99 и указанным количеством повторений пояснена в следующей таблице.

Количество сверлений отверстий	Пример программы	G98 (при включении питания, при отмене с помощью M02, M30 и при нажатии кнопки сброса)	G99
Только один раз	G81 X100. Y100. Z-50. R25. F1000 ;	(I) (R) Выполняется возврат в начальную точку	(I) (R) Выполняется возврат в точку R
Два выполнения или более	G81 X100. Y100. Z-50. R25. L5 F1000 ;	(a) (b) (c) Возврат на начальный уровень выполняется всегда.	(a) (b) (c)

(a) Первый раз (b) Второй раз (h) Последний раз

13.1.16 Настройка координат детали в режиме стандартного цикла

Принцип действия и назначение

Указанная ось движется в системе координат детали, установленной для этой оси. Ось Z становится действующей осью с момента позиционирования в точке R после завершения позиционирования или с момента движения оси Z.

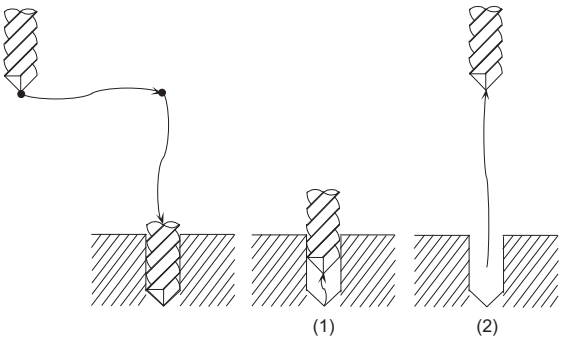
(Примечание)Если координаты детали изменились, перепрограммируйте адреса Z и R, даже если значения одинаковые.

(Пример) G54 Xx1 Yy1 Zz1;
G81 Xx1 Yy2 Zz2 Rr2;
G55 Xx3 Yy3 Zz2 Rr2; ... Задайте повторно Z и R, даже если они не изменились.
Xx4 Yy4;
Xx5 Yy5;

13.1.17 Цикл сверления с высокоскоростным отводом

Принцип действия и назначение

При операциях сверления эта функция выводит сверло со дна отверстия на высокой скорости. Это позволяет увеличить срок службы сверла, уменьшив время бессмысленного сверления на дне отверстия.



Сверло движется вверх на высокой скорости (1) и возвращается в исходную точку или точку R на скорости быстрого хода (2).

Формат команды

Формат команды эквивалентен стандартному циклу.

Подробное описание

(1) Эта функция возможна только в случае, если параметр "#8123 H-spd retract ON" задействован в следующих стандартных циклах.
- G81 (цикл засверловки)
- G83 (цикл глубокого сверления)
- G73 (цикл режима)

(2) Если параметр "#8123 H-spd retract ON" включен, ось отводится со дна отверстия на высокой скорости с компенсацией мертвого хода.
(a) Установите в параметрах сервоусилителя компенсацию мертвого хода, тип 2 или 3. Затем настройте следующие параметры, чтобы отрегулировать величину отвода.
- #2170 Lmc1QR (усиление компенсации мертвого хода 1 для высокоскоростного отвода)
(соответствует "#2216 SV016 LMC1 Компенсация мертвого хода 1")
- #2171 Lmc2QR (усиление компенсации мертвого хода 2 для высокоскоростного отвода)
(соответствуют "#2241 SV041 LMC2 Компенсация мертвого хода 2")

(b) В дополнение к обычным компенсациям мертвого хода, для согласования "компенсации мертвого хода" или "компенсации мертвого хода 3" установите следующие параметры коэффициента жесткости пружины / коэффициента вязкости.
- #2172 LmcdQR (согласование компенсации мертвого хода для высокоскоростного отвода)
(соответствует "#2239 SV039 LMCD Согласование компенсации мертвого хода")
- #2173 LmckQR (компенсация мертвого хода 3, коэффициент жесткости пружины для высокоскоростного отвода)
(соответствует "#2285 SV085 LMCk Компенсация мертвого хода 3, коэффициент жесткости пружины")
- #2174 LmccQR (компенсация мертвого хода 3, коэффициент вязкости для высокоскоростного отвода)
(соответствует "#2286 SV086 LMCc Компенсация мертвого хода 3, коэффициент вязкости")

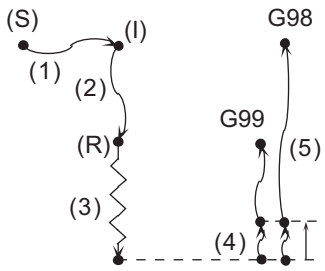
(c) Если ось сверления управляется с синхронизацией, настройте одно и то же значение в обоих параметрах для первичной и вторично оси.

(3) Помимо команды G80 (отмена стандартного цикла), эта функция отменяется командой любого иного стандартного цикла той же группы (группы 9) или любой команды группы 1.

(4) Во время действия следующих модальных команд эта функция не действует.
В этом случае сверло движется на обычной скорости быстрого хода, даже если параметр "#8123" активирован.
- G43.1 (компенсация длины инструмента в направлении его оси)
- G43.4, G43.5 (управление центром инструмента)
- G68 (трехмерное преобразование координат)

Подробное описание операции

Работа при задании команды G81

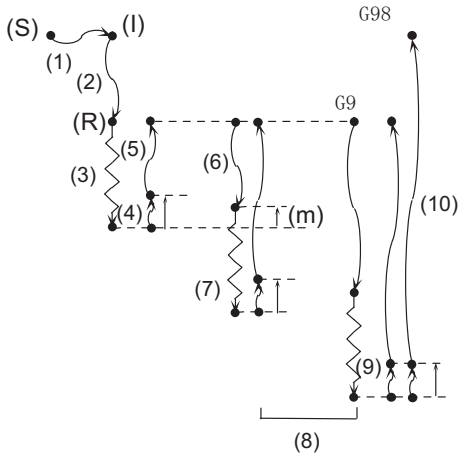


(1) Движение от начальной точки к исходной точке
(2) Движение от исходной точки к точке R
(3) Рабочая подача
(4) Отвод на высокой скорости
(5) Возврат к точке R или исходной точке

(I) исходная точка (S) начальная точка
(R) точка R

Во время покадрового режима ось останавливается только после (1), (2) и (5).

Работа при задании команды G83

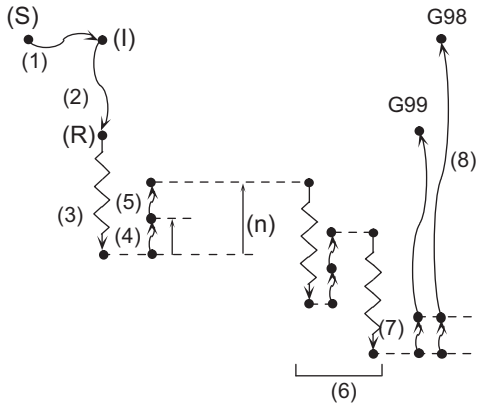


(1) Движение от начальной точки к исходной точке
(2) Движение от исходной точки к точке R
(3) Рабочая подача
(4) Отвод на высокой скорости
(5) Возврат в точку R
(6) Перемещение в позицию "предыдущая позиция подачи резания + величина возврата G83"
(7) Рабочая подача
(8) Повторение (4)...(7)
(9) Отвод на высокой скорости
(10) Возврат к точке R или исходной точке

(I) исходная точка (S) начальная точка
(R) точка R (m) величина возврата G83

Во время покадрового режима ось останавливается только после (1), (2) и (10).

Работа при задании команды G73



(1) Движение от начальной точки к исходной точке
(2) Движение от исходной точки к точке R
(3) Рабочая подача
(4) Отвод на высокой скорости
(5) Перемещение в позицию, соответствующую настройке "Величина возврата G73"
(6) Повторение (3)...(5)
(7) Отвод на высокой скорости
(8) Возврат к точке R или исходной точке

(I) исходная точка
(S) начальная точка
(R) точка R
(n) величина возврата G73

Во время покадрового режима ось останавливается только после (1), (2) и (8).
Если задана команда выдержки времени, то высокоскоростной отвод выполняется после этой команды.

13.2 Специальный стандартный цикл

Принцип действия и назначение

Специальный стандартный цикл используется вместе со стандартным циклом.
Прежде чем использовать специальный стандартный цикл, зарегистрируйте данные обработки отверстия, за исключением данных позиционирования (кроме плоскости X, Y) в виде стандартного цикла.
При выполнении специального стандартного цикла инструмент размещается в позиции сверления отверстия. Операция сверления выполняется на основе стандартного цикла сверления.
Даже после выполнения специального стандартного цикла зарегистрированный стандартный цикл будет удерживаться до тех пор, пока он не будет отменен. Если указан специальный стандартный цикл и при этом программа не находится в режиме стандартного цикла, то выполняется только позиционирование.
Операция сверления не выполняется. Если задана команда специального стандартного цикла без подачи команды стандартного цикла сверления, позиционирование выполняется в соответствии с текущим модальным G-кодом группы 01.

13.2.1 Цикл отверстий для болтов ; G34

Принцип действия и назначение

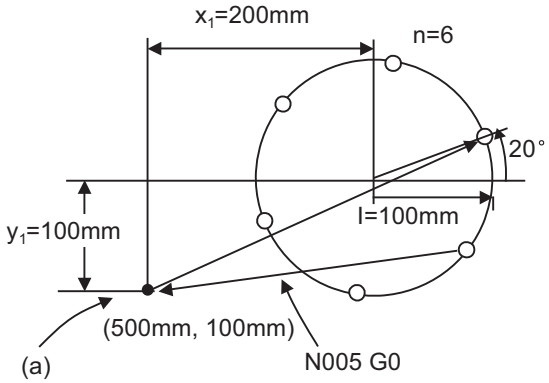
Эта функция служит для сверления "n" отверстий, распределенных по окружности с радиусом R. Координаты центра указываются с помощью X и Y. Сверление запускается в точке, образующей угол θ с осью X. Операция сверления каждого отверстия представляет собой стандартный цикл.
Все движения между позициями отверстий выполняются в режиме G00. После завершения выполнения команда G34 не удерживает данные.

Формат команды

G34 Xx1 Yy1 Ir Jθ Kn ;

Xx1,Yy1	Позиционирование в центре цикла отверстий для болтов. На это влияет команда G90/G91.
Ir	Радиус r окружности. Единица соответствует единице вводимых настроек. Вводится положительное число.
Jθ	Угол θ первой точки сверления. Направление против часовой стрелки является положительным. (Позиция десятичной точки представляет собой класс градуса. Если десятичной точки нет, единица равна 0.001°.
Kn	Число отверстий n, которые должны быть просверлены. Можно указать число в диапазоне от 1 до 9999, однако 0 указывать нельзя. Если значение положительное, позиционирование происходит против часовой стрелки. Если отрицательное, позиционирование происходит по часовой стрелке. Если указан "0", возникает ошибка программы (P221).

Пример программы




```
N001  G91;
N002  G81 Z-10.000 R5.000 L0 F200 ;
N003  G90 G34 X200.000 Y100.000 I100.000 J20.000 K6;
N004  G80 ; --------------- (отмена G81)
N005  G90 G0 X500.000 Y100.000 ;
```

(a) Позиция перед выполнением G34

Как это показано в примере программы, позиция инструмента после завершения команды G34 находится над последним отверстием. Чтобы для перемещения к следующей позиции использовать инкрементную команду, текущее значение координаты необходимо вычислить. Поэтому удобнее использовать абсолютную команду.

(Примечания 1)Если в одном и том же кадре с командой G34 задан иной адрес кроме вертикальной оси выбранной плоскости, горизонтальной оси, G, N, I, J, K, H, O, P, F, M, S или кода 2-й вспомогательной функции, возникает ошибка программы (P32).

13.2.2 Линия под углом ; G35

Принцип действия и назначение

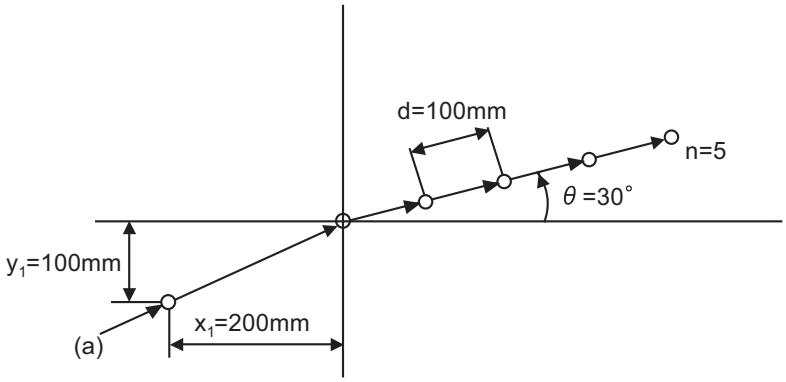
После указания позиции X и Y в качестве начальной точки, n отверстий сверлятся с интервалом d в направлении, образующем угол θ с осью X. Операция сверления каждого отверстия представляет собой стандартный цикл.
Все движения между позициями отверстий выполняются в режиме G00. После завершения выполнения команда G35 не удерживает данные.

Формат команды

G35 Xx1 Yy1 Id Jθ Kn ;

Xx1,Yy1	Указание координат начальной точки. На это влияет команда G90/G91.
Id	Интервал d. Единица задания соответствует единицам настройки. Если указано отрицательное значение d, сверление происходит в направлении, симметричном относительно центра начальной точки.
Jθ	Угол θ. Направление против часовой стрелки является положительным. (Позиция десятичной точки представляет собой класс градуса. Если десятичной точки нет, единица равна 0.001°.)
Kn	Число отверстий n, которые должны быть просверлены. Можно указать число от 1 до 9999. Начальная точка включена в это число.

Пример программы




```
G91 ;
G81 Z-10.000 R5.000 L0 F100 ;
G35 X200.000 Y100.000
    I100.000 J30.000 K5 ;
```

(a) Позиция перед выполнением команды G35

(Примечания 1)Если K-команда представляет собой K0 или отсутствует, возникает ошибка программы (P221).
(Примечания 2)Если значение K имеет больше четырех разрядов, используются последние четыре разряда.
(Примечания 3)Если в одном и том же кадре с командой G35 задан иной адрес кроме вертикальной оси выбранной плоскости, горизонтальной оси, G, N, I, J, K, H, O, P, F, M, S или кода 2-й вспомогательной функции, возникает ошибка программы (P32).
(Примечания 4)Если в одном и том же кадре с командой G35 задана G-команда группы 0, более поздняя команда имеет приоритет.
(Пример)G35 G28 Xx1 Yy1 Ii1 Jj1 Kk1 ; G35 игнорируется, G28 выполняется как Xx1 Yy1
(Примечания 5)Если в одном и том же кадре с командой G35 имеется какая-либо из команд G72...G89, то стандартный цикл игнорируется. Выполняется команда G35.

13.2.3 Дуга ; G36

Принцип действия и назначение

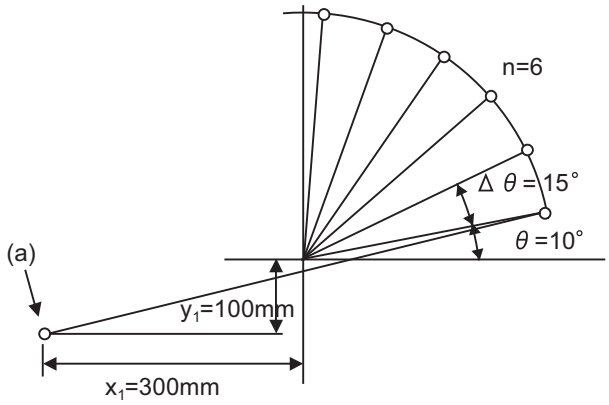
Сверлятся "n" отверстий, равномерно распределенных с угловым интервалом Δθ, начиная с точки, находящейся на линии под углом θ с осью X и на окружности с радиусом R, координаты центра которой заданы с помощью X и Y. Операция сверления каждого отверстия представляет собой стандартный цикл.
Все движения между позициями отверстий выполняются в режиме G00. После завершения выполнения команда G36 не удерживает данные.

Формат команды

G36 Xx1 Yy1 Ir Jθ PΔθ Kn ;

Xx1,Yy1	Координаты центра дуги. На это влияет команда G90/G91.
Ir	Радиус r дуги. Единица соответствует единице вводимых настроек. Вводится положительное число.
Jθ	Угол θ первой точки сверления. Направление против часовой стрелки является положительным. (Позиция десятичной точки представляет собой класс градуса. Если десятичной точки нет, единица равна 0.001°.
P Δθ	Угловой интервал θ. Если это значение положительное, отверстия сверлятся в направлении против часовой стрелки, а если отрицательное, то по часовой стрелке. (Позиция десятичной точки представляет собой класс градуса. Если десятичной точки нет, единица равна 0.001°.)
Kn	Число отверстий n, которые должны быть просверлены. Диапазон значений 1 – 9999.

Пример программы




```
N001    G91 ;
N002    G81 Z-10.000 R5.000 F100 ;
N003    G36 X300.000 Y100.000 I300.000
            J10.000 P15000 K 6 ;
```

(a) Позиция перед выполнением команды G36

(Примечания 1)Если в одном и том же кадре с командой G36 задан иной адрес кроме вертикальной оси выбранной плоскости, горизонтальной оси, G, N, I, J, K, H, O, P, F, M, S или кода 2-й вспомогательной функции, возникает ошибка программы (P32).

13.2.4 Решетка ; G37,1

Принцип действия и назначение

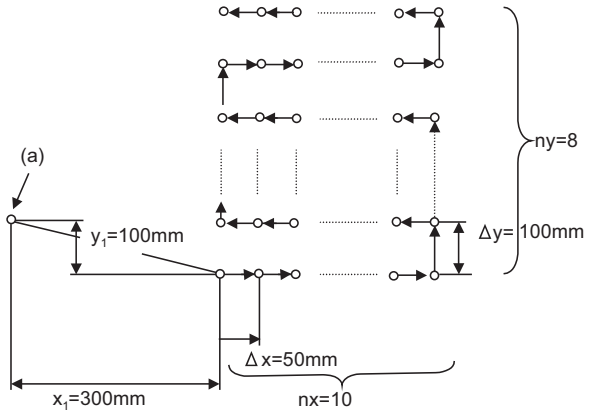
Сверлятся nx точек решетки с интервалом Δx параллельно оси X, начиная в позиции, заданной с помощью координат X, Y. Операция сверления каждого отверстия представляет собой стандартный цикл.
Все движения между позициями отверстий выполняются в режиме G00. После завершения выполнения команда G37.1 не удерживает данные.

Формат команды

G37.1 Xx1 Yy1 IΔx Pnx JΔy Kny ;

Xx1,Yy1	Указание координат начальной точки. На это влияет команда G90/G91.
I Δx	Интервал Δx по оси X. Единица соответствует единице вводимых настроек. Если интервал Δx положительный, то он отсчитывается в положительном направлении от начальной точки, а если отрицательный, то в отрицательном направлении от начальной точки.
Pnx	Количество отверстий nx в направлении оси X. Диапазон значений 1 – 9999.
J Δy	Интервал Δy по оси Y. Единица соответствует единице вводимых настроек. Если интервал Δy положительный, то он отсчитывается в положительном направлении от начальной точки, а если отрицательный, то в отрицательном направлении от начальной точки.
Kny	Количество отверстий ny в направлении оси Y. Диапазон значений 1 – 9999.

Пример программы




```
G91 ;
G81 Z-10.000 R5.000 F20 ;
G37.1 X300.000 Y-100.000 I50.000 P10
      J100.000 K8 ;
```

(a) Позиция перед выполнением команды G37.1

(Примечания 1)Если команды P и K равны P0 или K0, или эти команды отсутствуют, возникает ошибка программы (P221). Если значение P или K имеет более четырех разрядов, то используются четыре последних разряда.

(Примечания 2)Если в одном и том же кадре с командой G37.1 задан какой-либо иной адрес кроме вертикальной оси выбранной плоскости, горизонтальной оси, G, N, I, J, K, H, O, P, F, M, S или кода 2-й вспомогательной функции, возникает ошибка программы (P32).

(Примечания 3)Если в одном и том же кадре с командой G37.1 задана G-команда группы 0, то приоритет имеет команда, заданная позднее.

(Примечания 4)Если в одном и том же кадре с командой G37.1 имеется какая-либо из команд G72...G89, то стандартный цикл игнорируется. Выполняется команда G37.1.

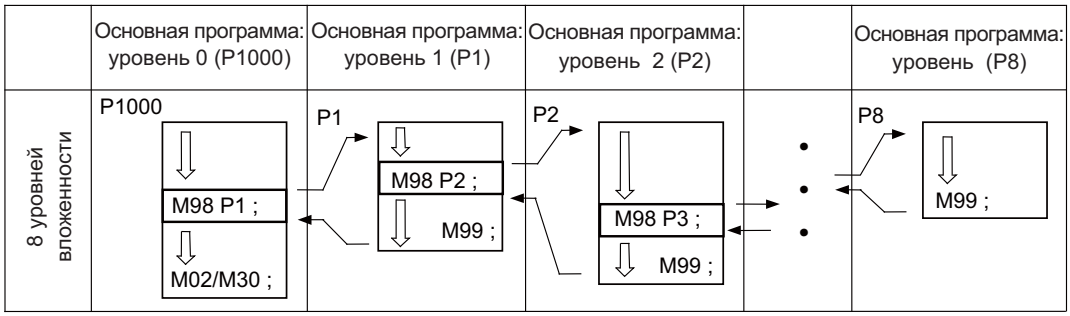
(Примечания 5)Если команда G22/G23 запрограммирована в одном и том же кадре с командой G37.1, то команда G22/G23 игнорируется. Выполняется команда G37.1.

13.3 Управление подпрограммами; M98, M99, M198

13.3.1 Вызов подпрограммы ; M98,M99

Принцип действия 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 таблице ниже указаны функции, которые можно выполнять путем комбинирования функций считывания с ленты, редактирования, управления подпрограммами и функций стандартного цикла.

	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4
1. Память на ленте и редактирование	Да	Да	Да	Да
2. Управление подпрограммами	Нет	Да	Да	Нет
3. Стандартные циклы	Нет	Нет	Да	Да
Функция				
1. Операция памяти	○	○	○	○
2. Редактирование ленты (основная память)	○	○	○	○
3. Вызов подпрограммы	×	○	○	×
4. Задание переменной подпрограммы (Прим. 2)	×	○	○	×
5. Вызов уровня вложений подпрограммы (Прим. 3)	×	○	○	×
6. Стандартные циклы	×	×	○	○
7. Редактирование подпрограммы для стандартного цикла	×	×	○	○

(Примечания 1)○ возможные функции × невозможные функции.

(Примечания 2) Переменные не могут передаваться по команде M98, однако команды переменных могут использоваться в подпрограммах при условии, что доступна опция задания переменных.

(Примечания 3)Максимальная глубина вложений составляет 8 уровней.

Формат команды

M98 P__ H__ L__ ,D__ ; ... Вызов подпрограммы

M98 <имя файла> H__ L__,D__ ; ... Вызов подпрограммы

P	Номер вызываемой подпрограммы (отсутствие указания равносильно собственной программе) Учитывайте, что P можно не указывать только во время режима чтения из памяти и режима MDI. (Макс 8 знаков)
<Имя файла>	Имя файла Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.) (Пример) M98 <BUHIN-12. RAF> ;
H	Номер последовательности в вызываемой подпрограмме (отсутствие указания интерпретируется как головной кадр) (макс. 5 разрядов)
L	Число повторов подпрограммы (отсутствие этой настройки интерпретируется как L1. L0 соответствует невыполнению.) (от 1 до 9999 раз в зависимости от 4-разрядного значения) Например, команда M98 P1 L3 ; эквивалентна следующей команде: M98 P1 ; M98 P1 ; M98 P1 ;
,D	Номер устройства подпрограммы (0-4) Подпрограмма из памяти используется, если ,D опущено. Номер устройства задается параметрами обработки.

M99 P__ ; ... Возврат в основную программу из подпрограммы

P	Номер кадра возврата (возврат к кадру, следующему за кадром вызова, если опущено).

Подробное описание

Создание и регистрация подпрограмм

Подпрограммы имеют такой же формат, как и основные программы обработки для нормального режима чтения из памяти, за исключением того, что подпрограмма завершается командой M99 (P_) ; для которой должен быть выделен независимый последний кадр.

O******** ;	Номер программы в качестве номера подпрограммы
..... ; : ..... ;	Основное тело подпрограммы
M99 ;	Команда возврата из подпрограммы
%(EOR)	Код завершения регистрации

(1) Вышеприведенная программа регистрируется путем редактирования на блоке настройки и индикации. Более подробную информацию см. в разделе "Редактирование программы" руководства.

(2) Можно использовать только те номера подпрограмм в диапазоне от 1 до 99999999, которые указаны в опциональных спецификациях. Если на ленте не имеется номеров программ, они регистрируются путем настройки при "Вводе программы"

(3) Вызывать программы из подпрограмм можно на глубине до 8 уровней вложения. При превышении этого числа возникает ошибка программы (P230).

(4) Основные программы и подпрограммы регистрируются в том порядке, в котором они были считаны, вне зависимости от типа программы. Поэтому основные программы и подпрограммы не должны иметь одни и те же номера (Если это имеет место, при регистрации на дисплей выводится ошибка "E11".)

(5) Кроме команды M98, вложение подпрограмм относится также к следующим командам:
- G65 : вызов макроса
- G66 : модальный вызов
- G66.1 : модальный вызов
- вызов с помощью G-кода
- вызов с помощью вспомогательной функции
- прерывание MDI
- автоматическое измерение длины инструмента
- макропрерывание
- многошаговая функция пропуска

(6) Вложение подпрограмм не влияет на следующие команды, которые могут быть вызваны даже на 8-ом уровне вложения.
- стандартные циклы
- шаблонные циклы

(7) Для повторного выполнения подпрограммы следует задать M98 Pp1 Ll1; - подпрограмма будет выполнена l1 раз.

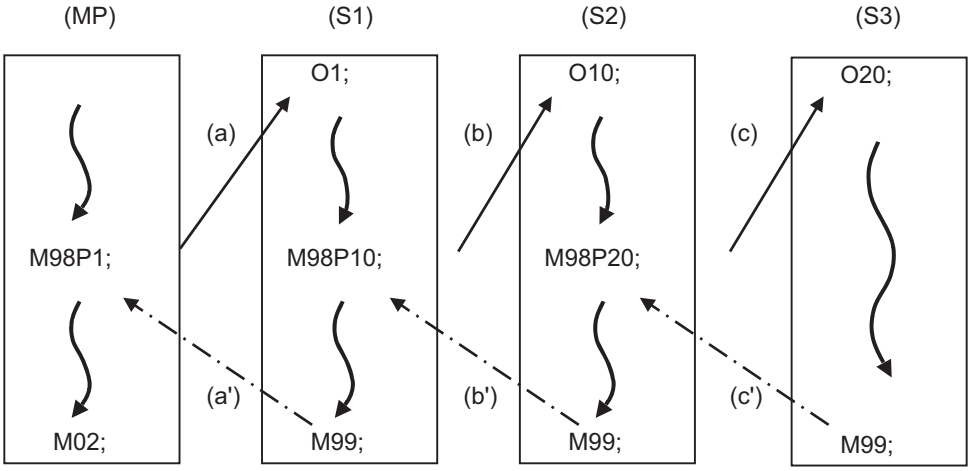
(8) В многочастных системах, если вызываемая подпрограмма, относящаяся к одной частичной системе, пустая, то операция вызова подпрограммы изменится согласно параметрам.

#1050 MemPrg	#1285 ext21/ бит 1	Подробное описание
0,2,4,6	-	Вызывается подпрограмма, зарегистрированная в общей памяти частичных систем.
1,3,5,7	Bad compen intrf byp :	Вызывается подпрограмма, сохраненная в памяти для выбранной частичной системы.
	Bad compen intrf byp :	Вызывается подпрограмма, сохраненная в памяти для выбранной частичной системы. Если подпрограмма в выбранной частичной системе пуста, то вызывается подпрограмма с тем же номером в первой частичной системе.

Пример программы

Пример программы 1

Вызываются 3 подпрограммы (3 уровня вложения)



(M) основная программа

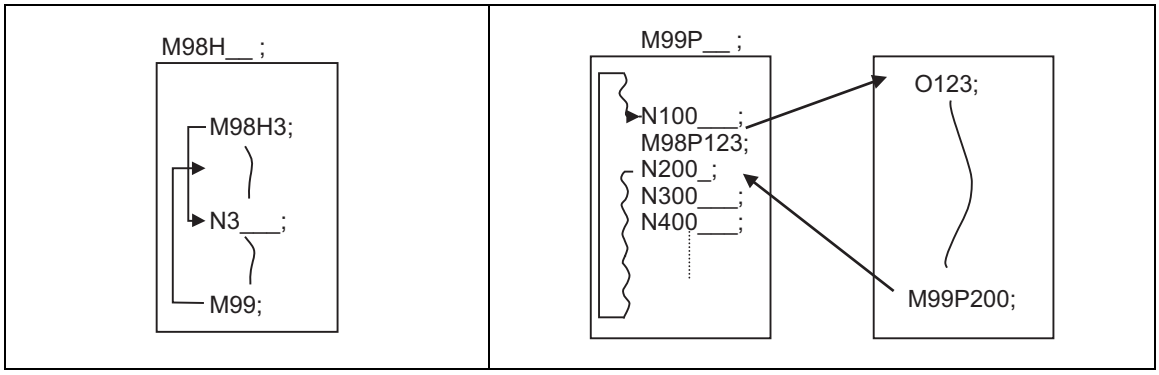
(S1) подпрограмма 1
(S2) подпрограмма 2
(S3) подпрограмма 3

Последовательность выполнения : (a)-(b)-(c)-(c')-(b')-(a')

(1) Для вложения команды M98 и M99 всегда должны образовывать пары по принципу 1:1; (a)' для (a), (b)' для (b) и т. п.
(2) Модальная информация перезаписывается в порядке выполнения, вне зависимости от типа программы (основная программа или подпрограмма). Поэтому при программировании после вызова подпрограммы необходимо обращать внимание на состояние модальных данных.

Пример программы 2

Команды M98 H_ ; M99 P_ ; указывают номера последовательностей в программе с командой вызова.



Указания

(1) Если указанный P (номер программы) не удается найти, возникает ошибка программы (P232).

(2) Кадр M98 P_ ; M99 ; не выполняет покадровый останов. Если используется любой другой адрес, кроме O, N, P, L или H, то останов по концу кадра будет выполняться. (С помощью команды "X100. M98 P100 ;, выполнение программы перенаправляется к O100 после выполнения X100..)

(3) Если команда M99 задана в основной программе, то выполнение возвращается к началу. (То же самое для MDI.)

(4) С помощью команды M98 P_; возможен переход из режима перфоленты и режима BTR в подпрограмму, однако номер целевой последовательности для возврата не может быть указан с помощью команды M99 P_ ;. (P_ игнорируется.)

(5) Учитывайте, что если номер последовательности указан с помощью M99 P_ ;, поиск может длиться некоторое время.

(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" в качестве подпрограммы поиск "0100" с помощью M98P100 или M98P0100 не возможен. В числовых значениях после P передний 0 игнорируется. В этом случае считается, что указан номер программы (файл) "100". Например, чтобы вызвать программу "0100", укажите имя файла в формате M98<0100>.

13.3.2 Вызов подпрограммы ; M198

Принцип действия и назначение

Программы, зарегистрированные на сервере данных (карта IC в блоке управления), можно вызывать как подпрограммы. Для этого следует задать команду в главной программе, как показано ниже.

Формат команды

M198 P__ L__ ; ... Команда вызова подпрограммы

M198 <имя файла> L__ ; ... Команда вызова подпрограммы

P	Номер программы на сервере данных, вызываемой как подпрограмма. (Макс 8 знаков)
<Имя файла>	Имя файла Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
L	Число повторов подпрограммы. (макс. 4 разряда) Это число можно не указывать. (В этом случае подпрограмма вызывается один раз.) Если указано "L0", подпрограмма не вызывается.

M99 ; ... Возврат в основную программу из подпрограммы

(Примечание)Указание номера вызываемой последовательности (M198 H***) не возможно.

Подробное 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) Область от начала программы до первого кода LF (код новой строки, в шестнадцатеричном формате 0x0A) является недействительной областью − она не работает 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 одной частичной системы. Возникнет ошибка программирования при попытке выполнить одновременно программы на IC карте из двух или более частичных систем. Если при возникновении ошибки вся частичная система сбрасывается, программы отображаются только в виде "%" (за исключением первой частичной системы).

(4) В отношении <имени файла> см. раздел "Вызов подпрограммы; M98, M99".

13.3.3 Вращение фигуры ; M98 I_J_K_

Принцип действия и назначение

Если одна и та же схема обработки неоднократно используется в разных позициях на концентричной окружности, то в качестве подпрограммы можно зарегистрировать одну из схем вращения. Если подпрограмма вызывается из основной программы и указан центр вращения, то на концентричной окружности можно легко создать траекторию, похожую на фазу поворота. Это упрощает создание программы.

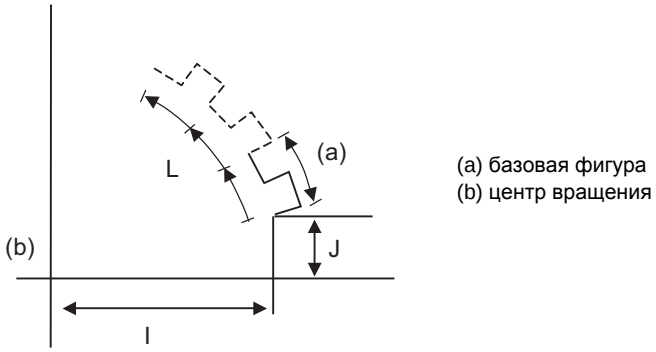
Формат команды

M98 I__ J__ K__ P__ H__ L__ ,D__ ; ... Команда вызова подпрограммы

M98 I__ J__ K__ <имя файла> H__ L__,D__ ; ... Команда вызова подпрограммы

I, J, K	Координаты центра вращения
P	Номер вызываемой подпрограммы (отсутствие указания равносильно собственной программе) Учитывайте, что P можно не указывать только во время режима чтения из памяти и режима MDI. (Макс 8 знаков)
<Имя файла>	Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки < >. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.) (Пример) M98 <BUHIN-12. RAF> ;
H	Номер последовательности в вызываемой подпрограмме (отсутствие указания интерпретируется как головной кадр) (макс. 5 разрядов)
L	Число повторов подпрограммы (отсутствие этой настройки интерпретируется как L1. L0 соответствует невыполнению.) (от 1 до 9999 раз в зависимости от 4-разрядного значения)
,D	Номер устройства подпрограммы (0-4) Подпрограмма из памяти используется, если ,D опущено. Номер устройства задается параметрами обработки.

Подробное описание



(1) Первая подпрограмма, вызванная командой вызова подпрограммы, выполняется при угле поворота 0°. Траектория обработки соответствует заданной в команде.

(2) Если количество повторений установлено на два или более, то угол поворота определяется на основе начальной точки вызываемой подпрограммы, конечной точки и координаты центра вращения. Траектория первой подпрограмма используется как базовая фигура. Эта фигура поворачивается указанное количество раз (повторений) вокруг центра с указанными координатами.

(3) Поворачиваются все кадры в подпрограмме.

(4) Если начальная и конечная точка подпрограммы не находятся на одной и той же окружности, центр которой совпадает с заданными в команде координатами центра вращения, то ось интерполируется с использованием конечной точки подпрограммы в качестве начальной точки, и конечной точки в первом кадре команды движения в повернутой подпрограмме в качестве конечной точки.

(5) В подпрограмме поворота фигуры можно использовать как абсолютное, так и инкрементное задание. Даже если задана абсолютная команда, поворот не отличается от инкрементной команды.

(6) Задаваемые в команде адреса I, J и K представляют собой величину приращения от начальной точки.

(7) Из подпрограммы, фигура которой поворачивается, невозможно осуществить переход к другой подпрограмме.

(8) Фигура поворачивается в системе координат детали и может быть смещена с помощью команд G92, G52, G54...G59 (смещение системы координат детали).

(9) Во время поворота фигуры не могут использоваться функции для оси плоскости вращения в системе координат станка (возврат в референтную позицию, однонаправленное позиционирование и т. п.). Однако функции в системе координат станка можно использовать для осей, не находящихся в плоскости вращения.

(10) Пояснения к <имени файла> см. в разделе "Вызов подпрограммы; M98, M99".

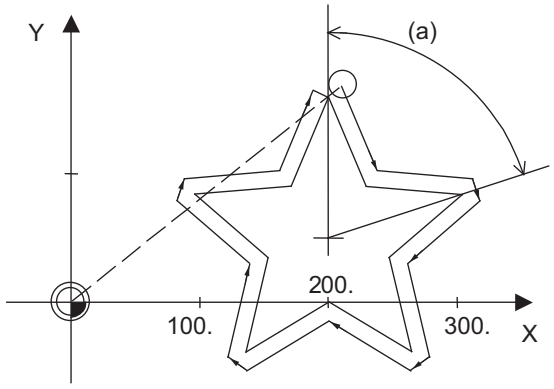
Пример программы

Основная программа (O1000)

```
N01 G90 G54 G00 X0 Y0 ;
N02 G01 G41 X200. Y150. D01 F500 ;
N03 G01 Z-50. F300 ;
N04 M98 P2200 L5 J-100. ;
N05 G90 G01 Z50. F500 ;
N06 G40 ;
N07 G00 X0 Y0 ;
```

Подпрограмма (O2200)

```
N01 G91 G01 X29.389 Y-59.549 ;
N02 X65.717 Y-9.549 ;
N03 M99 ;
```



(a) базовая фигура

Указания

(1) Если команда поворота фигуры задается во время поворота фигуры, возникает ошибка программы.

(2) Поворот фигуры и программный поворот координат не могут быть заданы одновременно. Возникает ошибка программы.

13.4 Команды для переменных

Принцип действия и назначение

Программированию можно придать гибкость и универсальность, используя переменные вместо непосредственного указания числовых значений в определенных адресах программы. Значения этим переменным можно присваивать в зависимости от условия выполнения программы.

Формат команды

```
#*** = ○○○○○○○○;
```

```
#*** = [формула] ;
```

Подробное описание

Выражения с переменными

		Примеры
#m	m = значение, состоящее из цифр от 0 до 9	#100
# [f]	f = одно из следующих значений	# [-#120]
	числовое значение m	123
	переменная	#543
	Формула Оператор Формула	#110+#119
	- (минус) Формула	-#120
	[формула]	[#119]
	функция [формула]	SIN [#110]

(Примечания 1) Четырьмя стандартными действиями являются +, -, * и * /.

(Примечания 2) Функции не могут быть использованы, пока не будут активированы макропараметры пользователя.

(Примечания 3) Если номер переменной отрицательный, возникает ошибка (P241).

(Примечания 4) Далее приведены примеры неправильных выражений с переменными.

Неверно	Верно
#6/2	# [6/2] (#6/2 интерпретируется как [#6]/2)
#--5	# [-[-5]]
#- [#1]	# [-#1]

Типы переменных

В следующей таблице приведены типы переменных.

Тип			№		Функция
Общие переменные			Общие переменные 1	Общие переменные 2	- Возможно общее использование во всех основных программах, подпрограммах и макросах. - Если в многочастной системе используются общие переменные, то количество общих переменных, совместно используемых частичными системами, можно указать с помощью параметра "#1052 MemVal". (Примечания 5)
	Одночастная система	100 переменных	от 500 до 549	от 100 до 149	
		200 переменных	от 500 до 599	от 100 до 199	
		300 переменных	от 500 до 699	от 100 до 199	
		600 переменных	500...999 100100...800199 (примечание 7)	от 100 до 199	
		700 переменных	400...999 (примечание 4) 100100...800199 (примечание 7)	от 100 до 199	
	Многочастная система (n = количество частичных систем)	50 + 50 * n наборов	от 500 до 549	100...149 * n	
		100 + 100 * n наборов	от 500 до 599	100...199 * n	
		200 + 100 * n наборов	от 500 до 699	100...199 * n	
		500 + 100 * n наборов	500...999 100100...800199 (примечание 7)	100...199 * n	
		600 + 100 * n наборов	400...999 (примечание 4) 100100...800199 (примечание 7)	100...199 * n	
Локальные переменные			от 1 до 33		Можно использовать в качестве локальных переменных в макропрограммах.
Системная переменная			начиная с 1000		Применение определяется системой
Переменные стандартных циклов			от 1 до 32		Локальные переменные в программах стандартных циклов.

(Примечания 1) Все общие переменные сохраняются после отключения электропитания.

(Примечания 2) При выключении электропитания или при сбросе системы общие переменные могут обнуляться при соответствующем задании параметра (#1128 RstVC1, #1129 PwrVC1).

(Примечания 3) Общие переменные подразделяются на два типа:

Общие переменные 1 : Используются всеми частичными системами

Общие переменные 2 : Являются общими для всех программ в частичной системе

(Примечания 4) Общие переменные с адресами диапазона #400 можно использовать только в случае, если количество наборов общих переменных равно "700 наборам" и параметр "#1336 #400_Valtype" установлен на "1". Если используется общая переменная из диапазона адресов #400 и при этом количество наборов общих переменных не равно "700 наборам" или параметр "#1336 #400_Valtype" установлен на "0", возникает ошибка программы (P241). Если общие переменные в диапазоне адресов #400 можно использовать, то их можно также отображать на дисплее и настраивать в экранной странице общих переменных. Также становится возможным вводить и выводить данные по адресу общей переменной в диапазоне #400.

(Примечания 5) Если в многочастной системе параметр "#1052 MemVal" установлен на "1", то часть общих переменных или все общие переменные "#100...#199" и "#500...#999" могут совместно использоваться частичными системами. Установите количество общих переменных с помощью параметра "#1303 V1comN" (от #100 до установленного значения) и "#1304 V0comN" (от #500 до установленного значения).

(EX)	Установите параметр "#1303 V1comN" на "10".	Установите параметр "#1304 V0comN" на "5".
	#100...#109 : Общие для частичных систем	#500...#504 : Общие для частичных систем
	#110...#199 : Каждая частичная система	#505...#999 : Каждая частичная система

Если параметр "#1052 MemVal" установлен на "0", то общие переменные #100...#199 используются для каждой частичной системы, а переменные #500...#999 являются общими для частичных систем. Адреса в диапазоне #400, которые можно использовать для общих переменных при наличии 700 наборов переменной, являются общими для частичных систем вне зависимости от настройки параметра "#1052 MemVal".

(Примечания 6) При вводе данных общих переменных, если во входном файле имеются данные переменных со следующими недействительными номерами, данные переменной с недействительным номером игнорируются. Вводятся только данные правильных общих переменных.

- Данные переменных, не являющихся общими переменными (например, локальные переменные #1...#33) и системными переменными (начиная с #1000) и т. п.

− Данные переменных, которым не соответствуют условия количества наборов общих переменных.

(Пример)

Если во входном файле имеются переменные #100...#199, #500...#599, в то время как используется набор 100 общих переменных (#100...#149, #500...#549), переменные #150...#199, #550...#599 игнорируются. Вводятся только переменные #100...#149, #500...#549.

(Примечания 7) Если параметр "#1316 CrossCom" установлен на "1", общие переменные #100100...#800199 могут совместно использоваться частичными системами. В следующей таблице перечислены общие переменные частичной системы, которые можно использовать.

Наборы переменных		Общие переменные 1 (если "#1316 CrossCom" = "1")
Спецификация наборов переменных	600 наборов (500 + 100)	#100100...#100199 (эквивалентно #100...#199 в 1-й частичной системе) #200100...#200199 (эквивалентно #100...#199 во 2-й частичной системе) #300100...#300199 (эквивалентно #100...#199 в 3-й частичной системе) #400100...#400199 (эквивалентно #100...#199 в 4-й частичной системе) #500100...#500199 #600100...#600199 #700100...#700199 #800100...#800199
	700 наборов (600 + 100)	

(Пример)
<Одночастная система>
#100100 =200 ; Эквивалентно #100 = 200 ;
#200105 =#100 ; Переменной #200105 присваивается значение "200"
#300110 =#100100 ; Переменной #300110 присваивается значение "200"
#800199 =#500120 ; Значение переменной #500120 присваивается переменной #800199
<Многочастная система>
Общие переменные от #100 до #199" каждой частичной системы можно использовать в другой частичной системе.
$1
#200100 =-100; Значение "-100" присваивается переменной #100 2-й частичной системы.
#101 =#200102 ; Значение переменной #102 2-й частичной системы присваивается переменной #101
#300105 =#200103 ; Значение переменной #103 2-й частичной системы присваивается переменной #105 3-й частичной системы
#110 =#500107 ; Значение переменной #500107 присваивается переменной #110

- Функция считывания данных контроллера, обращающаяся к системным переменным #100100...#100110, не может использоваться. Переменные #100100...#100110 используются в качестве общих переменных.
- Настройка количества общих переменных, совместно используемых частичными системами (параметр #1052 MemVal" установлен на "1"), становится недействительной. Движение не отличается от движения при настройке "0".
- Если параметры (#1128 RstVC1, #1129 PwrVC1) установлены на "1", работа происходит по следующему принципу.

"#1128 RstVC1" (после сброса переменные пусты)
Стираются общие переменные сбрасываемой частичной системы, совместно используемые частичными системами (эквивалентные переменным от #100 до #199).
(Пример) При сбросе в 1-й частичной системе переменные #100100...#100199 стираются.
При сбросе во 2-й частичной системе стираются переменные от #200100 до #200199.

"#1129 PwrVC1" (при включении питания переменная пуста)
Стираются общие переменные задействованной частичной системы, совместно используемые частичными системами (эквивалентные переменным от #100 до #199).
(Пример) В 1-й частичной системе стираются переменные #100100...#100199. Во 2-й частичной системе стираются переменные #100100...#100199 и #200100...#200199.

- Общие переменные, совместно используемые частичными системами (от #100100 до #800199), можно отображать и настраивать на экранной странице общих переменных.
- Если используются общие переменные #100100...#800199, в то время как установлено иное количество наборов общих переменных кроме "600/700 наборов" или параметр "#1316 CrossCom" установлен на "0", возникает ошибка программы (P241).

Использование переменных

Переменные можно использовать для всех адресов кроме O, N и / (косая черта).

(1) Если значение переменной используется напрямую:
X#1 ..... Значение #1 используется как значение X.

(2) Если используется дополнительное значение к значению переменной:
X-#2 ..... Значение #2 с измененным знаком используется как значение X.

(3) При назначении переменных:
#3 = #5 ..... Переменная #3 использует значение, эквивалентное переменной #5.
#1 = 1000 ..... Переменной #1 присваивается значение 1000 (трактуется как 1000.).

(4) При назначении переменной как арифметической формулы:
#1 = #3 + #2 - 100 ..... Значение результата операции #3 + #2 − 100. используется как значение #1.
X [#1 + #3 + 1000] ..... Значение результата операции #1 + #3 + 1000 используется как значение X.

(Примечания 1) Переменная не может назначаться в одном кадре с тем адресом, с которым её предполагается использовать. Она должна задаваться в отдельном кадре.

Неверно	Верно
X#1 = #3 + 100 ;	#1 = #3 + 100 ; X#1 ;

(Примечания 2) Может использоваться до пяти пар квадратных скобок [ ].
#543 = -[[[[[#120]/2+15.]*3-#100]/#520+#125+#128]*#130+#132]

(Примечания 3) Не существует ограничений по количеству символов и по количеству переменных при определении переменных.

(Примечания 4) Значения переменных должны находиться в диапазоне от 0 до ±99999999. Вне этого диапазона арифметические действия могут выполняться неправильно.

(Примечания 5) Определения переменных начинают действовать со следующей команды.
#1 = 100 ; ..... #1 = 100
#1 = 200 #2 = #1 + 200 ; ..... #1 = 200, #2 = 400
#3 = #1 + 300 ; ..... #3 = 500

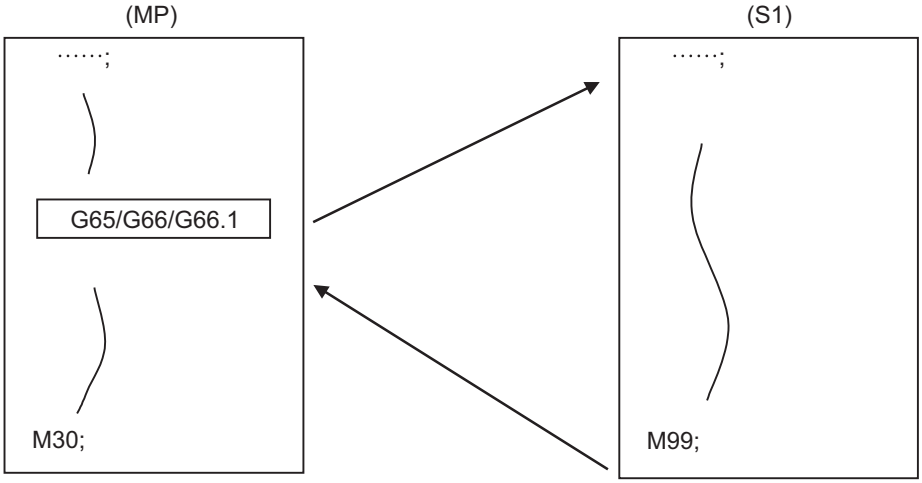
(Примечания 6) Переменные выражения всегда рассматриваются как выражения, имеющие на конце десятичную точку.
Если #100 = 10,
то команда X#100 ; интерпретируется как X10.

13.5 Пользовательские макросы

13.5.1 Пользовательские макросы

Принцип действия и назначение

Группу управляющих команд и арифметических операторов можно зарегистрировать и использовать как макропрограмму, представляющую собой одну объединенную функцию.
Макропрограммы используют переменные, управляющие команды и арифметические операторы и образуют подпрограмму со специальной функцией.
Комбинируя пользовательские макросы с командами переменных, имеется возможность вызывать макропрограммы, выполнять арифметические действия, вводить данные из контроллера и выводить их на контроллер, управлять, совершать логические операции, разветвления программы и выполнять многие другие команды для измерения и прочих задач.



(MP) основная программа (S1) макропрограмма (подпрограмма)

Эти специальные функции управления (макропрограммы) при необходимости вызываются командами вызова макросов из основной программы.

G код	Функция
G65	Простой макровызов пользователя
G66	Модальный вызов макроса пользователя A (вызов с командой перемещения)
G66,1	Модальный вызов макроса пользователя B (вызов для каждого кадра)
G67	Отмена модального вызова макроса пользователя

Подробное описание

(1) Если задана команда G66 или G66.1, указанная пользовательская макропрограмма вызывается при каждом выполнении кадра или после команды движения в кадрах с командой движения, пока не поступит команда G67 (команда отмены).
(2) Команды G66 (G66.1) и G67 в программе должны образовывать пары.

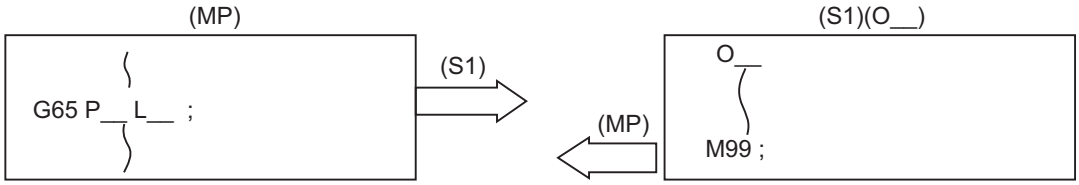
13.5.2 Команда вызова макроса

Принцип действия и назначение

Команды вызова макросов подразделяются на простые вызовы, при которых вызывается только запрограммированный кадр, и модальные вызовы (типа A и B), при которых кадр вызывается в модальном режиме.

13.5.2.1 Простые вызовы макросов ; G65

Принцип действия и назначение



M99 используется для останова пользовательской подпрограммы-макроса.

(MP) основная программа (S1) подпрограмма

Формат команды

G65 P__ L__ аргумент ; ... Простые вызовы макросов

G65 <имя файла> L__ аргумент ; ... Простые вызовы макросов

P	(4)
<Имя файла>	Имя файла Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
L	Число повторений:
Аргумент	Указание данных переменных

Подробное описание

Если необходимо передать аргумент в качестве локальной переменной в макроподпрограмму пользователя, фактическое значение должно быть задано после адреса.
В этом случае в аргументе можно использовать знак и десятичную точку, вне зависимости от адреса.
Существует два способа задания аргументов.

Задание аргумента I

Формат: A_ B_ C_ ... X_ Y_ Z_

(1) Аргументы могут задаваться с использованием любого адреса за исключением G, L, N, O и P.
(2) I, J и K должны задаваться в алфавитном порядке.
I_ J_ K_ ..... Правильно
J_ I_ K_ ..... Неверно
(3) За исключением I, J и K нет необходимости задавать аргументы в алфавитном порядке.
(4) Адреса, в которых нет необходимости, могут быть опущены.
(5) В следующей таблице пояснена связь между адресами, которые можно задать путем указания аргумента I, и номерами переменных в основном теле пользовательского макроса.

Соответствие адреса и номера переменной		Адреса, которые можно использовать для команд вызова	
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	○	○

○: операция возможна
× : Использование не возможно
* : Можно использовать во время модального действия команды G66.1

Задание аргумента II

Формат: A__ B__ C__ I__ J__ K__ I__ J__ K__ ...

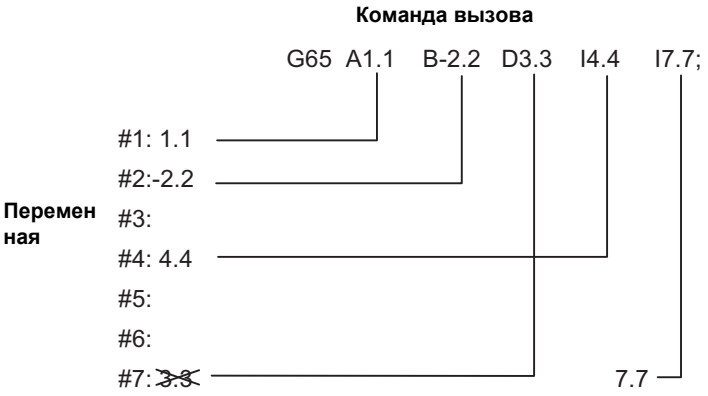
(1) В дополнение к адресам A, B и C можно указать до 10 групп аргументов с I, J, K, служащих в качестве 1 группы.
(2) При дублировании одного и того же адреса следует задавать адреса в определенном порядке.
(3) Адреса, в которых нет необходимости, могут быть опущены.
(4) В следующей таблице пояснена связь между адресами, которые можно задать путем указания аргумента II, и номерами переменных в основном теле пользовательского макроса.

Адрес указания аргумента II	Переменная макроса		Адрес указания аргумента II	Переменная макроса
A	#1		J5	#17
B	#2		K5	#18
C	#3		I6	#19
I1	#4		J6	#20
J1	#5		K6	#21
K1	#6		I7	#22
I2	#7		J7	#23
J2	#8		K7	#24
K2	#9		I8	#25
I3	#10		J8	#26
J3	#11		K8	#27
K3	#12		I9	#28
I4	#13		J9	#29
J4	#14		K9	#30
K4	#15		I10	#31
I5	#16		J10	#32
			K10	#33

(Примечания 1)Нижние индексы от 1 до 10 для I, J, и K показывают очередность наборов команд. Для указания команд они не нужны.

Совместное использование задания аргументов I и II

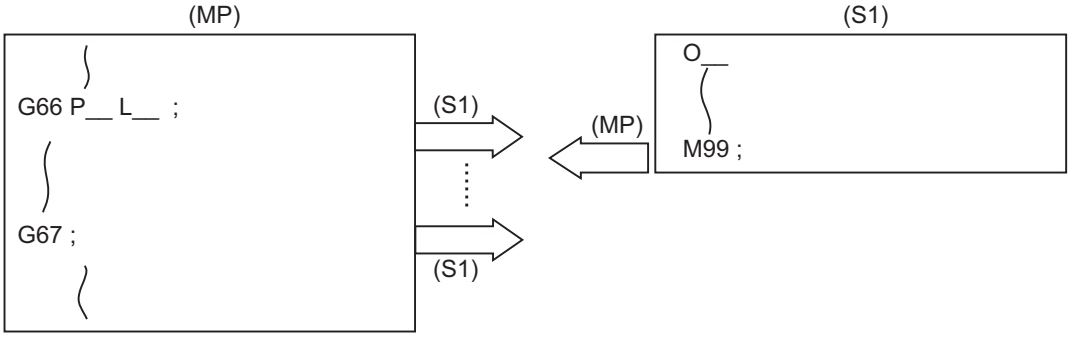
Если в команде указаны адреса, соответствующие одной и той же переменной, и при этом для указания аргументов используются оба типа I и II, то используется адрес, заданный последним.
(Пример 1)



В вышеприведенном примере, если оба аргумента D3.3 и I7.7 заданы для переменной #7, действует аргумент I7.7.

13.5.2.2 Модальный вызов A (вызов по команде движения) ; G66

Принцип действия и назначение



(MP) основная программа (S1) подпрограмма

Если кадр с командой перемещения задан между G66 и G67, сначала будет выполнено перемещение, а затем заданная макроподпрограмма пользователя. Номер пользовательских подпрограмм-макросов обозначается буквой "L".
<Аргумент> трактуется также, как и для простого вызова.

Формат команды

G66 P__ L__ аргумент ; ... Макровызов модальный A

G66 <имя файла> L__ аргумент ; ... Макровызов модальный A

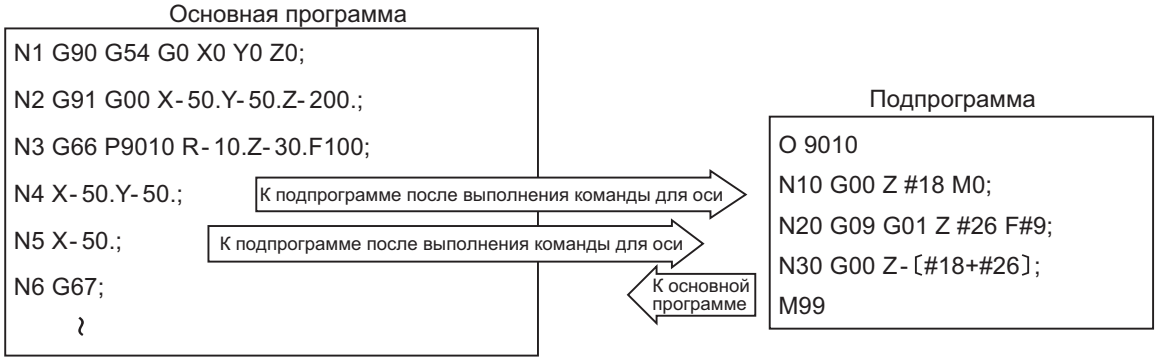
P	(4)
<Имя файла>	Имя файла Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки < >. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
L	Число повторений:
Аргумент	Указание данных переменных

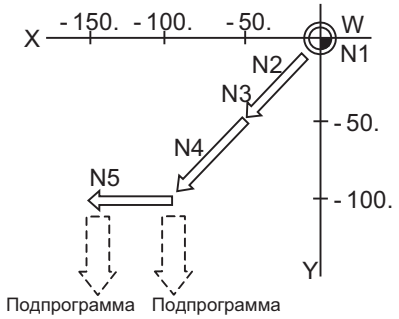
Подробное описание

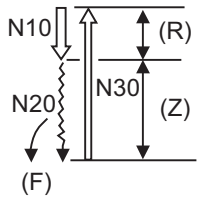
(1) Если поступила команда G66, указанная пользовательская макропрограмма будет вызываться после выполнения команды движения в кадре с командами движения, пока не поступит команда G67 (отмена).

(2) Команды G66 и G67 должны образовывать пары в одной и той же программе.
Если команда G67 задана без G66A, возникает ошибка программы.

(Пример) Цикл сверления







(F) аргумент F (R) аргумент R (Z) аргумент Z

(Примечания 1)После выполнения команды оси в основной программе выполняется подпрограмма.
(Примечания 2)Подпрограмма не выполняется в кадрах, следующих за командой G67.

13.5.2.3 Модальный вызов B (для каждого кадра) ; G66,1

Принцип действия и назначение

Указанная пользовательская подпрограмма-макрос вызывается безусловно для каждого кадра команды, присвоенного между G66.1 и G67. Подпрограмма повторяется количество раз, указанное в L. Аргумент не отличается от аргумента при обычном вызове.

Формат команды

G66.1 P__ L__ аргумент ; ... Модальный вызов B

G66.1 <имя файла> L__ аргумент ; ... Модальный вызов B

P	(4)
<имя файла>	Имя файла Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки < >. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
L	Количество повторений
Аргумент	Указание данных переменных

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. Любой G-код, указанный последним, или любой N-код, заданный в команде после какого-либо адреса кроме O и N, действует в качестве аргумента.

(2) Все значимые кадры в режиме G66.1 обрабатываются так, как если бы в головной части кадра имелось присвоение G65P__.
(Пример 1)
В режиме "G66.1 P1000 ; " программа
N100 G01 G90 X100. Y200. F400 R1000 ; эквивалентна программе
N100 G65 P1000 G01 G90 X100. Y200. F400 R1000 ;.

(Примечания 1)Вызов выполняется даже в кадре команды G66.1 в режиме G66.1. При этом взаимосвязь между адресом аргумента и номером переменной аналогична команде G65 (простой вызов).

(3) Диапазон значений для команд G и N, которые можно заново использовать в качестве переменных в режиме G66.1, подлежит ограничениям как значения обычных команд ЧПУ.

(4) Номер программы O, номера последовательностей N и модальные G-коды обновляются в качестве модальной информации.

13.5.2.4 Вызов макроса с помощью G-кода

Принцип действия и назначение

Пользовательскую подпрограмму-макрос с прописанными номерами программ можно вызвать только путем подачи команды G-кода.

Формат команды

G <аргумент> ... Вызов макроса с помощью G-кода**

G**	G-команда для макровызова

Подробное описание

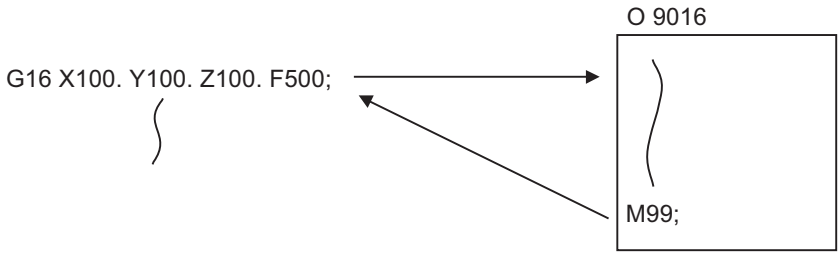
(1) Вышеназванная команда действует аналогично командам, перечисленным ниже, однако соответствие между M-кодами и командами можно установить с помощью параметров.
a : M98 P △△△△ ;
b : G65 P △△△△ аргумент ;
c : G66 P △△△△ аргумент ;
d : G66.1 P △△△△ аргумент ;
Если установлены параметры, соответствующие вышеуказанным пунктам c и d, задавайте команду отмены (G67) либо в пользовательском макросе, либо после кода вызова, аналогично отмене модального вызова.

(2) Соответствие между указанием "**", выполняющим вызов макроса, и номером вызываемой макропрограммы P △△△△ устанавливается с помощью параметров.

(3) В этом формате можно использовать до 10 G-кодов от G100 до G255. (используемые в системе G-коды можно также использовать с помощью параметра "#1081 Gmac_P").

(Примечания 1)G101...G110 и G200...G202 являются кодами для пользовательских макросов I, однако если параметры настроены на вызов с помощью G-кодов, то приоритет имеет вызов с помощью G-кода и эти коды не могут использоваться для пользовательских макросов I.

(4) Эти команды не могут задаваться во время работы пользовательской подпрограммы-макроса, вызванной G-кодом.



13.5.2.5 Вызов макроса с помощью вспомогательной команды (с помощью кодов M, S, T, B)

Принцип действия и назначение

Пользовательскую подпрограмму-макрос с указанным номером программы можно вызвать только с помощью M-кода (или кодов S, T, B). (зарегистрированный M-код и все коды S, T и B.)

Формат команды

M ; (или S** ;, T** ;, B** ;) ... Вызов макроса с помощью вспомогательной команды**

M**	M-код для вызова макроса (или код S, T, B)

Подробное описание

(1) Вышеназванная команда действует аналогично командам, перечисленным ниже, однако соответствие между M-кодами и командами можно установить с помощью параметров. (То же самое для S, T и B функций)

a:M98 P**** ; b:G65 P**** M** ;	M98, M** не выводятся.
c:G66 P**** M** ;	
d:G66.1 P**** M** ;	

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 указанием "M**", осуществляющим вызов макроса, и номером вызываемой макропрограммы P**** устанавливается с помощью параметров. Можно зарегистрировать до 10 M-кодов от M00 до M95. Учитывайте, что регистрируемые коды не должны содержать коды, входящие в число базовых необходимых кодов станка, а также M0, M1, M2, M30 и M96...M99.

(3) Как и в случае команды M98, происходит отображение на экране блока настройки и индикации, однако коды M и MF не выводятся.

(4) Даже если вышеназванные зарегистрированные вспомогательные команды заданы в пользовательской подпрограмме-макросе, вызванной M-кодом, это не считается вызовом макроса и интерпретируется как обычная вспомогательная команда. (То же самое для S, T и B функций)

(5) Все коды S, T и B вызывают подпрограммы с номерами, указанными в соответствующих функциях S, T и B.

(6) Можно настроить до 10 M-кодов. Однако если используются не все 10 кодов, настройте параметры как это показано ниже.

```
[MACRO FILE (1)]

          <CODE> < TYPE> <PROGRAM-No.>
  M[01]      20      0          8000 --------Настройка для вызова O8000 типа 0 (тип M98) с помощью команды M20.
  M[02]      21      0          8001 --------Настройка для вызова O8001 типа 0 (тип M98) с помощью команды M21.
  M[03]    9999      0     199999999 ┐
  M[04]    9999      0     199999999 │
  M[05]    9999      0     199999999 ├-------Установите не используемые параметры, как это показано слева.
             :       :         :    │
             :       :         :    │
  M[10]    9999      0     199999999 ┘
```

13.5.2.6 Подробное описание команды вызова макроса

Подробное описание

Различия между командами M98 и G65

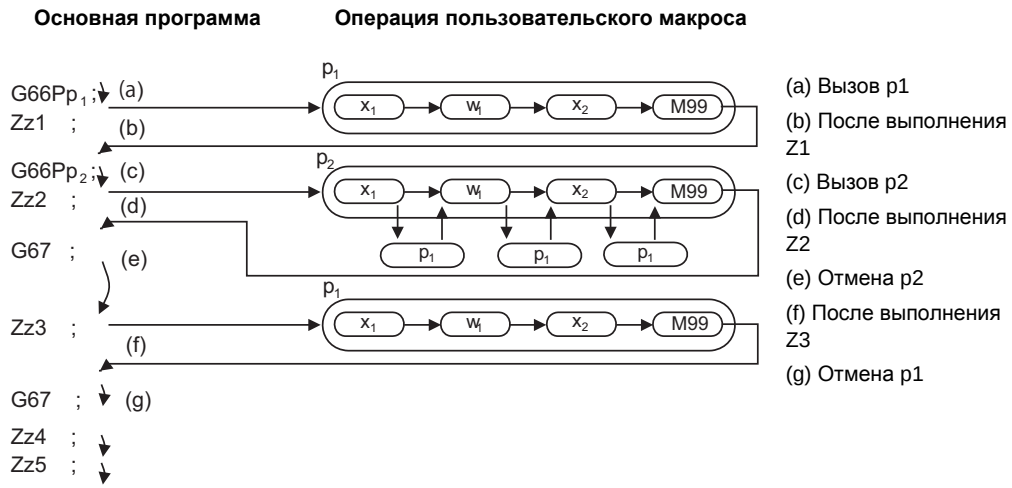
(1) Аргумент может быть задан для G65, но не для M98.
(2) Номер последовательности можно указать для M98, но невозможно указать для G65, G66 и G66.1.
(3) M98 выполняет подпрограммы после всех команд, за исключением M, P, H и L, которые выполняются в кадре M98. Команда G65 перенаправляет непосредственно в подпрограмму без каких-либо дальнейших операций.
(4) Если в кадре M98 включен любой адрес кроме O, N, P, H или L, то выполняется покадровый останов, однако не для G65.
(5) Уровень локальных переменных M98 зафиксирован, но он может быть различным в зависимости от глубины вложения для G65. (#1 до и после M98, например, имеют одну и ту же значимость, однако они имеют различную значимость в G65.)
(6) Глубина вложения M98 в сочетании с G65, G66 и G66.1 может достигать 8 уровней. Глубина вложения G65 в сочетании с G66 и G66.1 может достигать лишь 4 уровней.

Глубина вложения команды вызова макроса

Вызовы подпрограмм макросов (путем обычного или модального вызова) могут происходить на глубине до 4 уровней вложения.
Аргумент для команды вызова макроса действует только в пределах уровня вызываемого макроса. Так как глубина вложения для вызовов макросов может достигать 4 уровней, аргумент можно использовать в качестве локальной переменной для любого вызова макроса любого уровня.

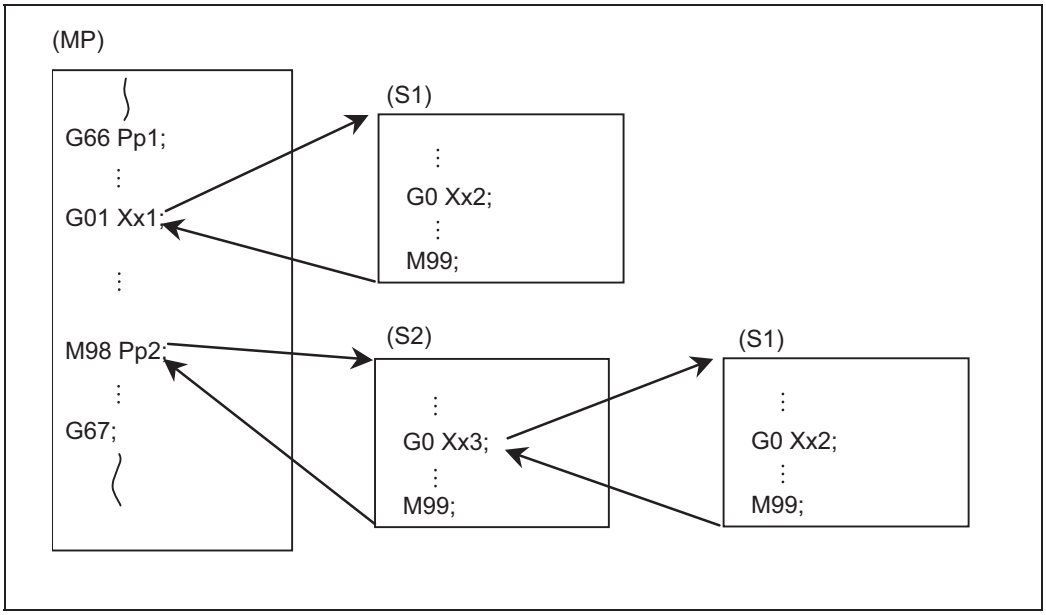
(Примечания 1)Если выполняется G-код вызова макроса (G65, G66, G66.1) или вызов макроса с помощью вспомогательной команды, это рассматривается как уровень вложения. При этом уровень локальных переменных также увеличивается на один.
(Примечания 2)При модальном вызове A указанная пользовательская подпрограмма-макрос вызывается каждый раз при выполнении команды движения. Однако если команда G66 дублируется, следующая пользовательская подпрограмма-макрос вызывается по адресу команд движения в макросе каждый раз, когда какая-либо ось движется. Пользовательские подпрограммы-макросы вызываются из команды, заданной последней.

(Пример 1)



(Примечания 3)Если команда M98 выполняется во время модального действия команды G66(G66.1), то программа, указанная с помощью G66(G66.1), выполняется после завершения команды движения в подпрограмме, вызванной командой M98 (в случае G66.1 − после завершения каждого кадра).

(Пример 2)



(MP) основная программа

(S1),(S2) подпрограмма

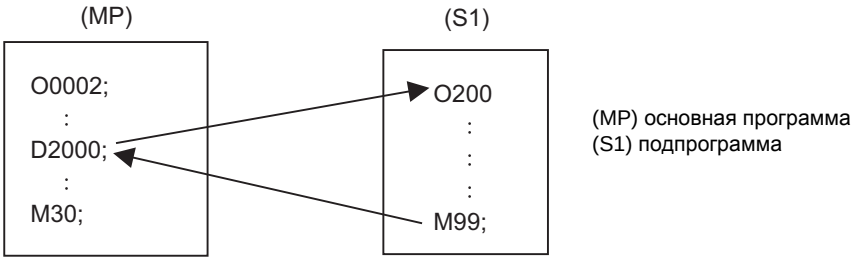
Если номера программ p1 и p2 совпадают, номера программ (S1) и (S2) также будут совпадать.

13.5.3 Вызов макроса с помощью ASCII-кода

Принцип действия 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 B-функциям макровызова.

(Пример 1) тип вызова M98

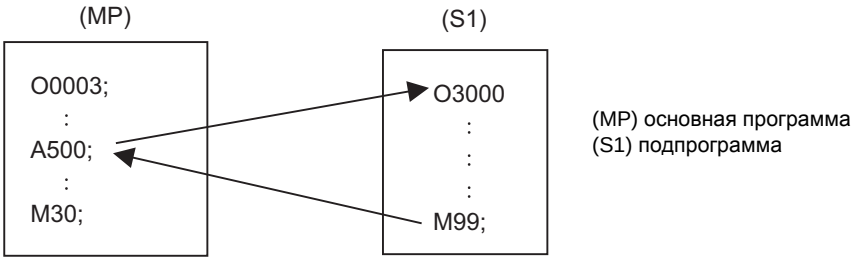


После вывода "2000" в общую переменную #146 вызывается подпрограмма программы № 200 по типу вызова подпрограммы (M98).

Параметр

#7401 (ASCII [01] действ./недейств.)	1 (действительно)
#7402 (ASCII [01] код)	D
#7403 (ASCII [01] тип)	0 (тип M98)
#7404 (ASCII [01] номер программы)	200
#7405 (ASCII [01] переменная)	146

(Пример выполнения 2) тип G65



После вывода "500" в локальную переменную #1 вызывается подпрограмма программы № 3000 по типу вызова макроса (G65).

Параметр

#7411 (ASCII [02] действ./недейств.)	1 (действительно)
#7412 (ASCII [02] код)	A
#7413 (ASCII [02] тип)	1 (тип G65)
#7414 (ASCII [02] номер программы)	3000
#7415 (ASCII [02] переменная)	100 (не используется)

Формат команды

□**** ; ... Задает адрес и код

□	ASCII-код для вызова макроса (один знак)
****	Вывод значения или выражения в переменную (диапазон настройки: ±999999.9999)

Подробное описание

(1) Вышеприведенная команда выполняет те же операции, что и нижеперечисленные команды. Соответствие каждой команды и символа ASCII устанавливается в параметрах.
0 : M98 P****;
1 : G65 P**** <аргумент>;
2 : G66 P**** <аргумент>;
3 : G66.1 P**** <аргумент>;
Если установлены параметры, соответствующие вышеуказанным пунктам 2 и 3, модальный вызов отменяется. Поэтому задавайте команду отмены (G67) после подачи команды кода вызова или во время пользовательского макроса.

(2) ASCII-код для вызова макроса и номер вызываемой программы P**** устанавливаются с помощью параметров. Может быть задано до двух кодов ASCII.

(3) Код ASCII присваивается разным переменным, в зависимости от типа вызова и адреса.

(a) Для типа M98
Фрагмент кода выводится в общую переменную и номер переменной устанавливается с помощью параметра. В случае соответствия с первым адресом (параметр #7401) фрагмент выводится в общую переменную, которая указана первым номером переменной (параметр #7404).

(b) Для типа G65/G66/G66.1
Фрагмент кода выводится в локальную переменную. 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

Указания

Вызов макроса с помощью ASCII-кода из программы, вызванной макросом

Макрос не может вызван с помощью ASCII-кода из программы, которая была вызвана макросом с помощью ASCII-кода. Другие ситуации показаны ниже.
Если считается, что макрос не может быть вызван, эта команда интерпретируется как обычная команда.

		Вызываемая сторона			
		ASCII	Макрос GMSTB	G65/66/66.1	M98
Вызывающая сторона	ASCII	×	×	○	○
	Макрос GMSTB	×	×	○	○
	G65/66/66.1	○	○	○	○
	M98	○	○	○	○

Уровень вложения команды макровызова

Вызовы подпрограмм макросов путем обычного вызова (G65) и модального вызова (G66/G66.1) могут осуществляться на глубине до 4 уровней вложения.
Аргументы команды макровызова действительны только в вызываемом уровне.
Так как уровень вложения вызова макроса равен четырем, аргумент можно использовать в программе в качестве локальной переменной для любого вызова макроса.

Уровень вложения команды макровызова

Если принять главную программу за уровень 0, то подпрограммы могут вызываться (M98) до восьми уровней глубины. Следующие команды используются для вложенных вызовов подпрограмм.

(1) M98
(2) G65 G66 G66.1
(3) Вызов при помощи G-кода, вспомогательной функции (M/S/T/B)
(4) Прерывание MDI
(5) Автоматическое измерение длины инструмента
(6) Комбинационная функция измерения

Следующие команды можно задавать, не считаясь с уровнем вложения.

(7) Стандартные циклы
(8) Макропрерывание

Порядок приоритета команд

Если для адреса ASCII-кода указано "M", это указание может перекрываться с базовыми необходимыми кодами данного станка. В этом случае команды с цифрами будут распознаваться в следующем порядке приоритета.

(1) M98, M99 (команда вызова подпрограммы)
M00 (команда останова программы), M01 (команда опционального останова)
M02, M30, M198, M199 (команда конца)
M96, M97 (команда макропрерывания)
(2) При совпадении с кодом вспомогательных функций (M) – команды макровызова
(3) При совпадении с кодом ASCII - макрокоманды
(4) Используются как обычные команды
Если «S», «T» и «B» определены в качестве адреса кода ASCII для вызова макрокоманды, то эти команды будут распознаваться в следующем порядке приоритета.
(a) При совпадении с кодом вспомогательных функций (S, T, B) − команда вызова макроса
(b) При совпадении с ASCII-кодом − команда вызова макроса
(c) Используется как обычная команда
Если другие адреса команды не соответствуют адресам, задаваемым в команде вызова макроса с помощью ASCII-кода, то соответствующие команды интерпретируются как обычные команды.
Если используемая команда перекрывается с макрокомандой ASCII-кода, она должна быть задана в вызываемой макросом программе с ASCII-кодом.
Учитывайте, что имеются случаи, при которых команда безусловно интерпретируется как обычная команда, как это разъяснено ниже.

Условия, при которых настроенный адрес обрабатывается как обычная команда

(1) Если в том же кадре задаются данные командой G10.
(2) Если после команды вызова макроса с помощью G-кода (или с помощью M, S, T, B и ASCII) в том же кадре выполнен вызов макроса с помощью ASCII-кода
(Пример) Если в макросе ASCII-кода установлен адрес "D" (тип G65) и в вызове макроса установлен M50 (тип G65).

```
M50 D200 ; Выполняется макровызов по M-коду с аргументом (200 записывается в #7)
```

(3) При вводе параметров
(4) Если перед адресом стоит запятая (,). (Пример) ,D ,R и т.д.
(5) При задании в программе стандартного цикла
(6) Если задании в подпрограмме макроса, вызванной с помощью G-кода (это применимо также в случае, если подпрограмма макроса вызвана с помощью команд M, S, T, B или ASCII-кода)

13.5.4 Переменная

Принцип действия и назначение

ПеременныеНеобходимо производить определения переменных и макрокоманд, используемых в макрокомандах пользователя.
Величины компенсации в локальных, общих и системных переменных этой системы ЧПУ, за исключением #33, сохраняются даже при выключении питания. (Общие переменные можно также стирать путем соответствующей установки параметра "#1129 PwrVC1".)

Подробное описание

Использование множественной переменной

Если имеются спецификации для пользовательских макросов, номера переменных можно преобразовать в переменные (множественное использование переменных) или изменять с помощью <формулы>.
В <формуле> можно применять лишь одно из четырех основных арифметических действий (+, -, *, /).
(Пример 1) Множественное использование переменных

```
#1=10  #10=20  #20=30 ;
#5=# [#[#1]] ;                    # [# [#1] ] = # [#10] из #1 = 10.
                                  # [#10] = #20 из #10 = 20.
                                  Поэтому #5 = #20 или #5 = 30.
```

```
#1=10 #10 =20 #20=30 #5=1000;
#[#[#1]]=#5;                      # [# [#1] ] = # [#10] из #1 = 10.
                                  # [#10] = #20 из #10 = 20.
                                  Поэтому #20 = #5 или #20 = 1000.
```

(Пример 2) Пример множественного указания переменных

```
#10=5;                            <Формула>##10 = 100;  интерпретируется как # [#10] = 100.
##10=100 ;                        В этом случае #5 = 100.
```

(Пример 3) Изменение номеров переменных с помощью <формулы>

```
#10=5 ;
#[#10 + 1] =  1000 ;              В этом случае #6 = 1000.
#[#10 - 1] = -1000 ;              В этом случае #4 = -1000.
#[#10 * 3] =  100 ;               В этом случае #15 = 100.
#[#10/2] = -100 ;                 В этом случае #2 = -100.
```

Не определенные переменные

Если применяются спецификации пользовательского макроса, то переменные, которые не были использованы хотя бы один раз после включения питания, или локальные переменные, которые не были указаны в командах G65, G66 или G66.1, можно использовать как <пусто>. Кроме того, состояние <пусто> можно присвоить переменным принудительно.
Переменная #0 всегда используется как <пусто> и не может быть определена (не может использоваться в левой стороне выражения).

(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

Учитывайте, что <пусто> в арифметическом выражении обрабатывается так же как 0.
<пусто> + <пусто> = 0
<пусто> + <константа> = константа
<константа> + <пусто> = константа

(2) Использование переменных
Если указаны только переменные, которые не были определены, то они игнорируются вместе с самим адресом.
Если #1 = <пусто>
G0 X#1 Y1000 ; .....Эквивалентна команде
G0 Y1000 ; G0 X#1 + 10 Y1000 ;..... Эквивалентна команде G0 X10 Y1000 ;

(3) В условных выражениях
<пусто> отличается от "0", однако только для EQ и NE. (#0 имеет значение <пусто>.)

При #101 =<Пусто>	При #101 =0
#101EQ#0 <пусто> = <пусто> истинно	#101EQ#0 0 = <пусто> ложно
#101NE0 <пусто> ≠ 0 истинно	#101NE0 0 ≠ 0 ложно
#101GE#0 <пусто> > = 0 истинно	#101GE#0 0 > = <пусто> истинно
#101GT0 <пусто> > 0 ложно	#101GT0 0 > 0 ложно
#101LE#0 <пусто> < = <пусто> истинно	#101LE#0 0 < = <пусто> истинно
#101LT0 <пусто> < 0 ложно	#101LT0 0 < 0 ложно

(Примечания 1) EQ и NE следует использовать только для целых чисел. Для сравнения чисел, имеющих десятичные точки, следует использовать операторы GE, GT, LE и LT.

13.5.5 Типы переменных

13.5.5.1 Общие переменные

Подробное описание

Общие переменные обычно можно использовать из любой позиции. Количество наборов общих переменных зависит от спецификаций.
Смотри пояснения к Переменным для получения более подробной информации.

Присвоение имен переменным и применение переменных

Общим переменным #500...#519 можно присвоить любое имя (имя переменной). Оно должно состоять не более чем из 7 буквенно-числовых символов и начинаться с буквы. Не используйте в именах переменных символ "#". При выполнении программы это вызывает аварийную сигнализацию.

SETVNn [NAME1,NAME2, ...] ;

n	Головной номер переменной, которой присваивается имя
NAME1	#n имя (имя переменной)
NAME2	#n + 1 имя (имя переменной)

Имена переменных всегда разделяются запятой (,).

(1) После того, как имена переменных однажды были настроены, они не стираются даже при выключении питания.
(2) Переменные в программах можно использовать, указывая их по именам. В этом случае переменные должны быть заключены в квадратные скобки [ ].
(Пример 1) G01X [#POINT1];
(3) Номера переменных, данные и имена переменных отображаются на экране блока настройки и индикации.
(Пример 2)
Программа... SETVN500 [A234567, DIST, TOOL25] ;

```
[Common variables]
    #500        -12345.678   A234567
    #501          5670.000   DIST
    #502          -156.500   TOOL25

    #518        10.000   NUMBER
    Common variable #(502) DATA   (-156.5) NAME   (TOOL25)
```

(Примечание) Не используйте в передней части имени переменной символы, предопределенные в ЧПУ и используемые для операторов (SIN, COS и т. п.).

13.5.5.2 Локальные переменные (#1...#33)

Подробное описание

Локальные переменные можно использовать как <аргумент> при вызове подпрограммы макроса, а также использовать локально внутри основных программ и подпрограмм. Их можно дублировать, так как между макросами нет никакой связи. (до 4 уровней)

G65 P__ L__ <аргумент> ;

P	(4)
L	Количество повторений

В качестве <аргумента> предполагается использование адресов типа Aa1 Bb1 Cc1..... Zz1.
В следующей таблице пояснена связь между адресами, указанными с помощью <аргумента>, и номерами локальных переменных, используемыми в основном теле пользовательских макросов.

[Указание аргумента I]

Команда вызова		Адрес аргумента	Номер локальной переменной		Команда вызова		Адрес аргумента	Номер локальной переменной
G65 G66	G66,1				G65 G66	G66,1		
○	○	A	#1		○	○	Q	#17
○	○	B	#2		○	○	R	#18
○	○	C	#3		○	○	S	#19
○	○	D	#7		○	○	T	#20
○	○	E	#8		○	○	U	#21
○	○	F	#9		○	○	V	#22
×	× *	G	#10		○	○	W	#23
○	○	H	#11		○	○	X	#24
○	○	I	#4		○	○	Y	#25
○	○	J	#5		○	○	Z.	#26
○	○	K	#6				-	#27
×	× *	L	#12				-	#28
○	○	M	#13				-	#29
×	× *	N	#14				-	#30
×	×	O	#15				-	#31
×	× *	P	#16				-	#32
							-	#33

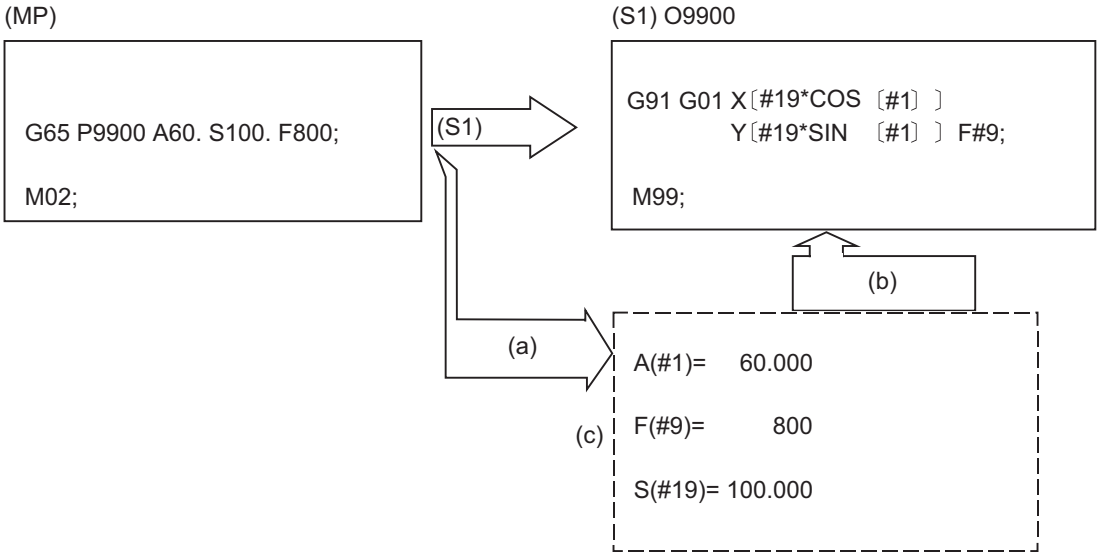
Знак "×" в таблице означает адреса аргументов, использование которых невозможно. Однако адрес аргумента, отмеченный как (*), может использоваться в режиме G66.1.
Прочерк (-) указывает на то, что соответствующий адрес отсутствует.

[Указание аргумента II]

Адрес указания аргумента II	Переменная макроса		Адрес указания аргумента II	Переменная макроса
A	#1		J5	#17
B	#2		K5	#18
C	#3		I6	#19
I1	#4		J6	#20
J1	#5		K6	#21
K1	#6		I7	#22
I2	#7		J7	#23
J2	#8		K7	#24
K2	#9		I8	#25
I3	#10		J8	#26
J3	#11		K8	#27
K3	#12		I9	#28
I4	#13		J9	#29
J4	#14		K9	#30
K4	#15		I10	#31
I5	#16		J10	#32
			K10	#33

(Примечания 1)Номера 1...10 в сочетании с буквами I, J и K показывают очередность наборов команд − в реальной команде эти номера не нужны.

(1) Локальные переменные в подпрограммах могут быть определены с помощью задания <аргумента> при макровызове. (Локальные переменные могут свободно применяться в этих подпрограммах.)



(MP) основная программа

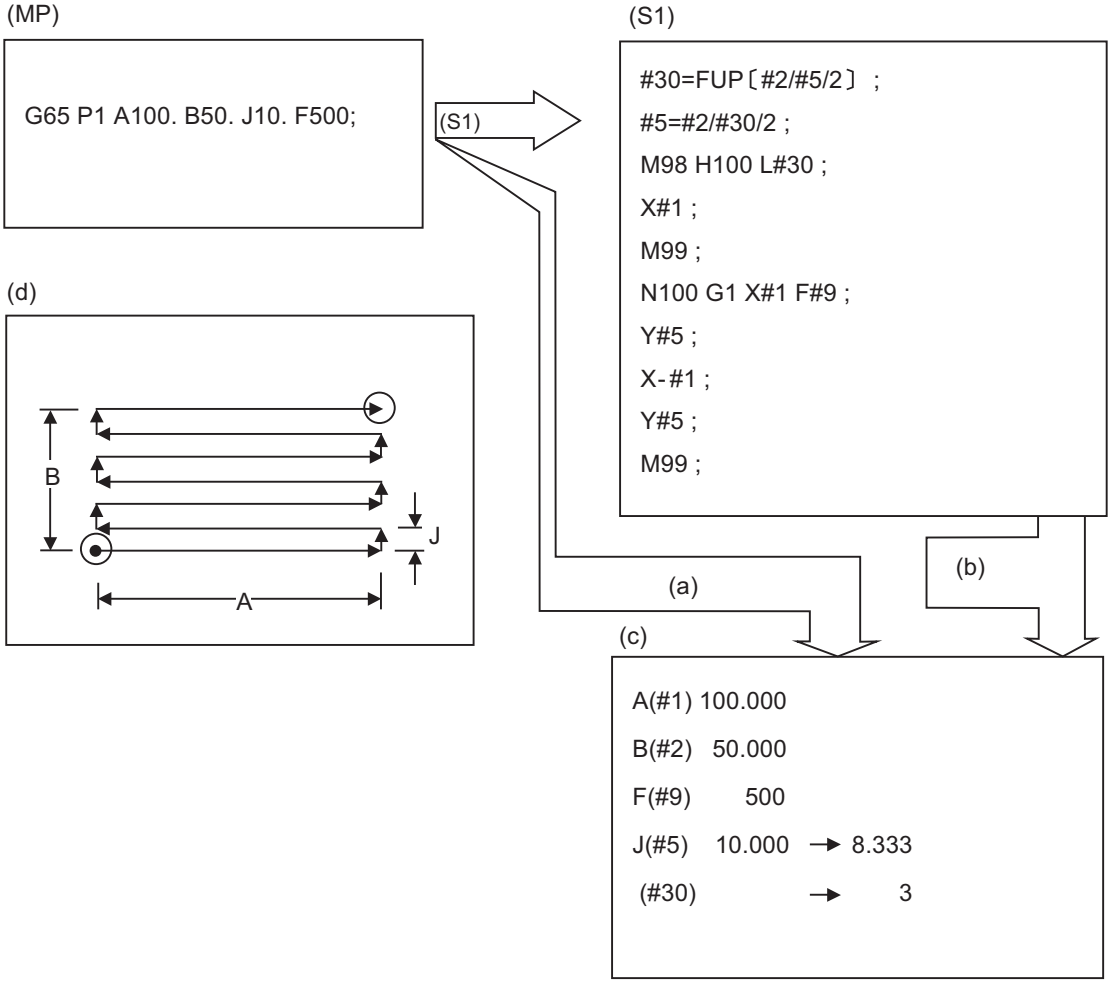
(S1) подпрограмма

(a) Локальные переменные, настроенные с помощью аргумента

(b) Ссылка на локальные переменные, управление движением и т. п.

(c) Таблица данных локальных переменных

(2) Локальные переменные можно свободно использовать в подпрограмме.



(MP) основная программа

(S1) подпрограмма

(a) Локальные переменные, настроенные с помощью аргумента

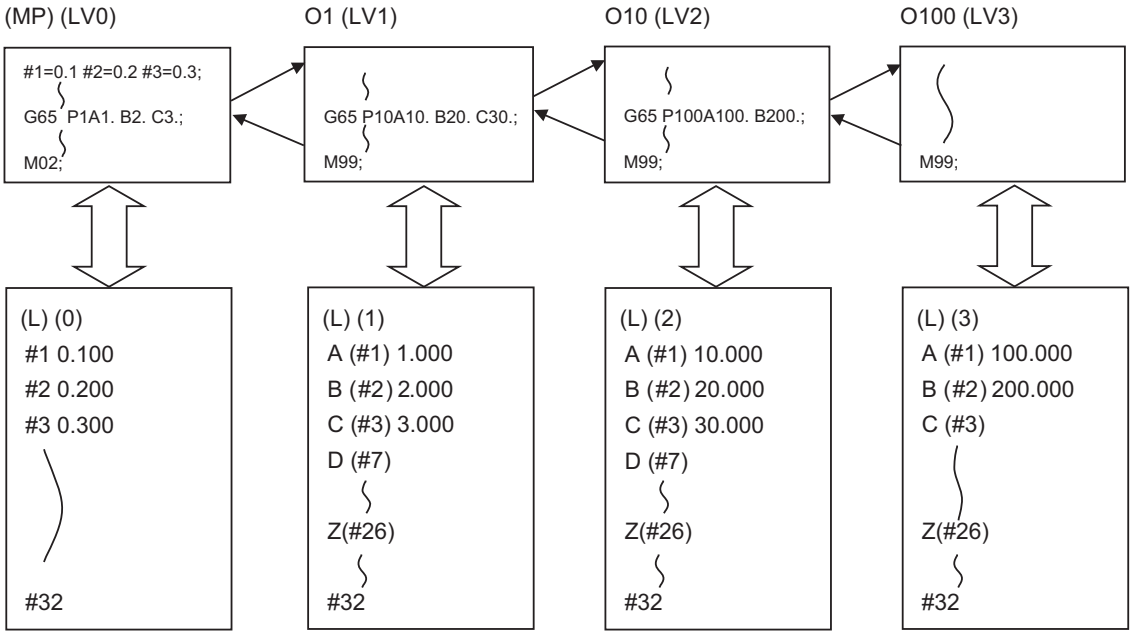
(b) Локальные переменных в подпрограмме можно изменять.

(c) Таблица данных локальных переменных

(d) Пример фрезерования передней поверхности

В примере фрезерования передней поверхности аргумент J запрограммирован как шаг фрезерования 10.мм. Однако он изменяется на 8.333 мм, чтобы распределить величину шагов равномерно.
Полученная в результате расчета величина вводится в локальную переменную #30.

(3) Локальные переменные можно использовать независимо на каждом уровне вызова макроса (4 уровня).
Локальные переменные также можно использовать в основной программе (макроуровень 0).
Но задание через аргумент не применяется для локальных переменных нулевого уровня .



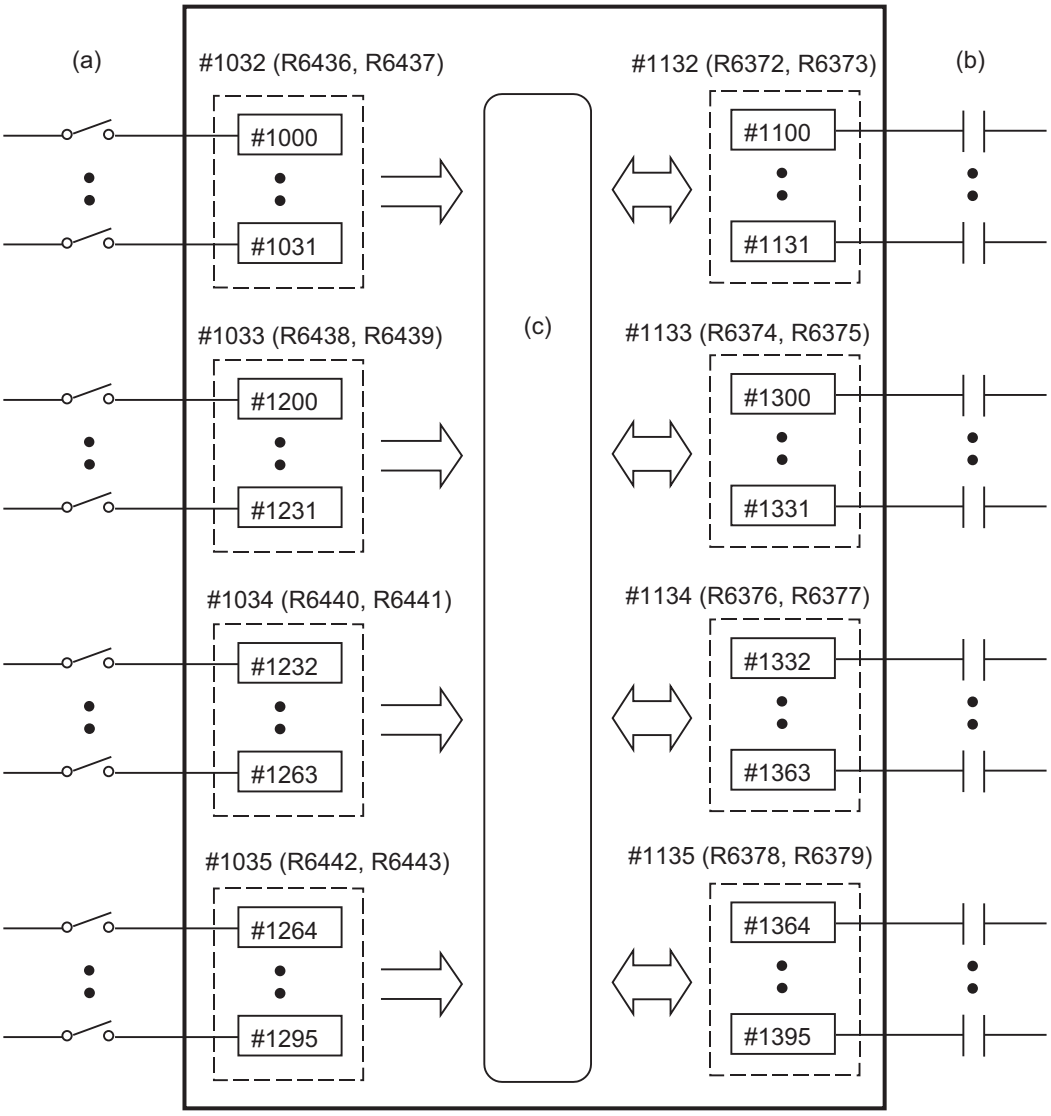
(MP) основная программа (L) локальные переменные
(LV0 − 3) уровень макроса 0 − 3

Состояние локальных переменных отображается на блоке настройки и индикации.
Более подробную информацию см. в руководстве.

13.5.5.3 Интерфейс ввода-вывода для макросов (#1000...#1035, #1100...#1135, #1200...#1295, #1300...#1395)

Принцип действия и назначение

Состояние входных сигналов интерфейсов можно определить, считав значения переменных с номерами #1000...#1035, #1200...#1295.
Выходные сигналы интерфейсов можно передать (путем подстановки значений) в переменные с номерами. #1100...#1135, #1300...#1395.



(a) входной сигнал (b) выходной сигнал (c) команды макроса

Подробное описание

Входной интерфейс для макросов (#1000...#1035, #1200...#1295) : Контроллер -> ЧПУ

Значение считанной переменной может быть только 1 или 0 (1: контакт замкнут, 0: контакт разомкнут). Все входные сигналы от #1000 до #1031 можно считать за один раз, считав значение переменной номер #1032. Аналогичным образом, входные сигналы #1200...#1231, #1232...#1263 и #1264...#1295 можно считать, считав значения переменных с номерами #1033...#1035.
Переменные с номерами #1000...#1035, #1200...#1295 доступны только для считывания.
Они не могут использоваться в левой части выражения. Под входом здесь подразумевается вход блока управления.

Системная переменная	Число адресов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Число адресов	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 R6437 bit 3
#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	Число адресов	Интерфейсный входной сигнал
#1032	32	регистр R6436, R6437
#1033	32	регистр R6438, R6439
#1034	32	регистр R6440, R6441
#1035	32	регистр R6442, R6443

Системная переменная	Число адресов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Число адресов	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	Число адресов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Число адресов	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

Системная переменная	Число адресов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Число адресов	Интерфейсный входной сигнал
#1264	1	регистр R6442 bit 0	#1280	1	регистр R6443 bit 0
#1265		регистр R6442 bit 1	#1281		регистр R6443 bit 1
#1266		регистр R6442 bit 2	#1282		регистр R6443 bit 2
#1267		регистр R6442 bit 3	#1283		регистр R6443 bit 3
#1268		регистр R6442 bit 4	#1284		регистр R6443 bit 4
#1269		регистр R6442 bit 5	#1285		регистр R6443 bit 5
#1270		регистр R6442 bit 6	#1286		регистр R6443 bit 6
#1271		регистр R6442 bit 7	#1287		регистр R6443 bit 7
#1272		регистр R6442 bit 8	#1288		регистр R6442 bit 8
#1273		регистр R6442 bit 9	#1289		регистр R6443 bit 9
#1274		регистр R6442 bit 10	#1290		регистр R6443 bit 10
#1275		регистр R6442 bit 11	#1291		регистр R6443 bit 11
#1276		регистр R6442 bit 12	#1292		регистр R6443 bit 12
#1277		регистр R6442 bit 13	#1293		регистр R6443 bit 13
#1278		регистр R6442 bit 14	#1294		регистр R6443 bit 14
#1279		регистр R6442 bit 15	#1295		регистр R6443 bit 15

Входной интерфейс для макросов (#1100...#1135, #1300...#1395) : ЧПУ -> контроллер

Выходные сигналы могут иметь только состояния 0 или 1.
Все выходы с номерами от #1100 до #1131 можно передать одновременно, подставив значение в переменную номер #1132. Аналогично, выходные сигналы от #1300...#1311, #1332...#1363 и #1364...#1395 можно передавать, подставляя значения в переменные с номерами #1133...#1135. (2^0...2^{31})
Чтобы скомпенсировать выходные сигналы #1100...#1135, #1300...#1395, можно считать состояние записи и выходных сигналов.
Понятие “выход”здесь трактуется относительно CNC.

Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса	Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса
#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	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса
#1132	32	регистр R6372, R6373
#1133	32	регистр R6374, R6375
#1134	32	регистр R6376, R6377
#1135	32	регистр R6378, R6379

Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса	Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса
#1300	1	регистр R6374 bit 0	#1316	1	регистр R6375 bit 0
#1301	1	регистр R6374 bit 1	#1317	1	регистр R6375 бит 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	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса	Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса
#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

Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса	Системная переменная	Число адресов	Выходной сигнал интерфейса
#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

(Примечания 1)Последние переданные значения системных переменных #1100...#1135, #1300...#1395 сохраняют значения 1 или 0. (они не стираются даже при сбросе.)

(Примечания 2)Если в #1100...#1131, #1300...#1395 подставлено какое-либо иное число кроме 1 или 0, действуют следующие правила: <пусто> интерпретируется как 0. Любое число кроме 0 и <пусто> интерпретируется как 1. Любое значение меньше 0.00000001 является неопределенным.

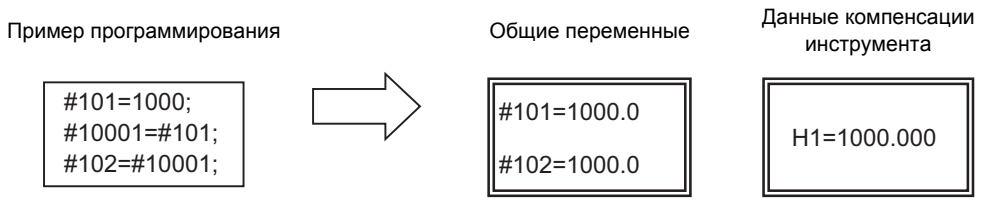
13.5.5.4 Компенсация инструмента

Подробное описание

Данные компенсации инструмента можно считать и настроить с помощью переменных со следующими номерами.

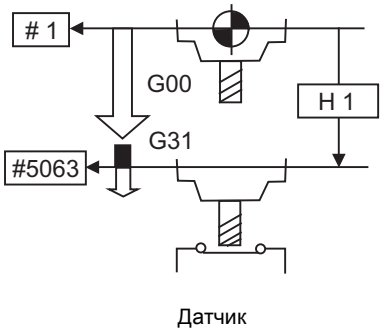
Диапазон номеров переменных		Тип 1	Тип 2
#10001...#10000+n	#2001...#2000+n	○	○ (размер длины)
#11001...#11000+n	#2201...#2200+n	×	○ (износ длины)
#16001...#16000+n	#2401...#2400+n	×	○ (размер радиуса)
#17001...#17000+n	#2601...#2600+n	×	○ (износ радиуса)

"n" в таблице соответствует номеру инструмента. Максимальное значение "n" является количеством наборов компенсации инструмента. Номера из диапазонов #10000 и #2000 имеют эквивалентные функции, однако максимальным значением "n" для диапазона #2000 является "200".
Если количество номеров смещения инструмента больше "200", используйте переменные из диапазона #10000.
Данные компенсации инструмента конфигурируются как данные с десятичной точкой аналогично тому, как это происходит для других переменных.
Если запрограммировано "# 10001 =1000;", в данных компенсации инструмента устанавливается число 1000.000.



(Пример 1) Расчет и настройка данных смещения инструмента

G28 Z0 T01 ;	Возврат в опорную позицию
M06;	Смена инструмента (T0101)
#1=#5003 ;	Память начальной точки
G00 Z-500. ;	Движение с быстрым ходом в безопасную позицию
G31 Z-100. F100;	Измерение с пропуском
#10001=#5063-#1 ;	Расчет расстояния измерения и настройка данных компенсации инструмента



(Примечания 1)В "примере 1" не учитывается задержка сигнала датчика пропуска. #5003 содержит позицию начальной точки оси Z, а #5063 показывает позицию, в которой поступил сигнал пропуска при выполнении G31 в координатах пропуска по оси Z.

13.5.5.5 Компенсация системы координат детали (#5201 − #532n)

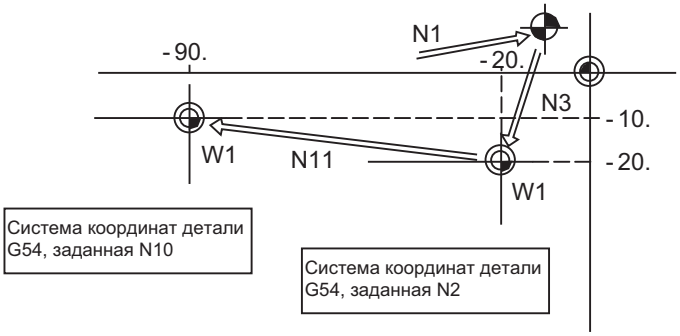
Подробное описание

С помощью переменных с номерами #5201...#532n имеется возможность считать данные компенсации системы координат детали или подставить значения.
(Примечание) Количество управляемых осей определяется параметрами NC. Последний знак в номере переменной соответствует номеру управляемой оси.

Название координаты	1-ая ось	2-ая ось	3-я ось	4-я ось	.....	n-ная ось	Примечания
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	

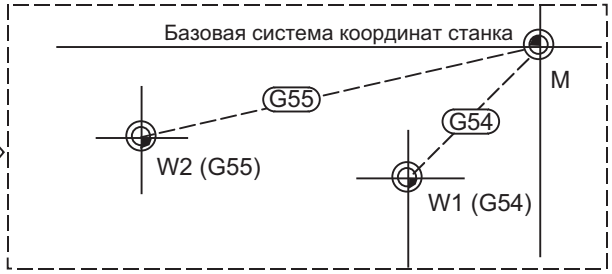
(Пример 1)

```
N1 G28 X0 Y0 Z0 ;
N2 #5221=-20. #5222=-20. ;
N3 G90 G00 G54 X0 Y0 ;
      ~
N10 #5221=-90. #5222=-10. ;
N11 G90 G00 G54 X0Y0 ;
      ~
M02 ;
```



(Пример 2)

```
      ~
N100 #5221=#5221+#5201 ;
     #5222=#5222+#5202 ;
     #5241=#5241+#5201 ;
     #5242=#5242+#5202 ;
     #5201=0 #5202=0;
      ~
```



В приведенном примере внешние значения компенсации детали прибавляются к значениям компенсации системы координат детали (G54, G55) без изменения позиции систем координат детали.

13.5.5.6 Сигнализация ЧПУ (#3000)

Подробное описание

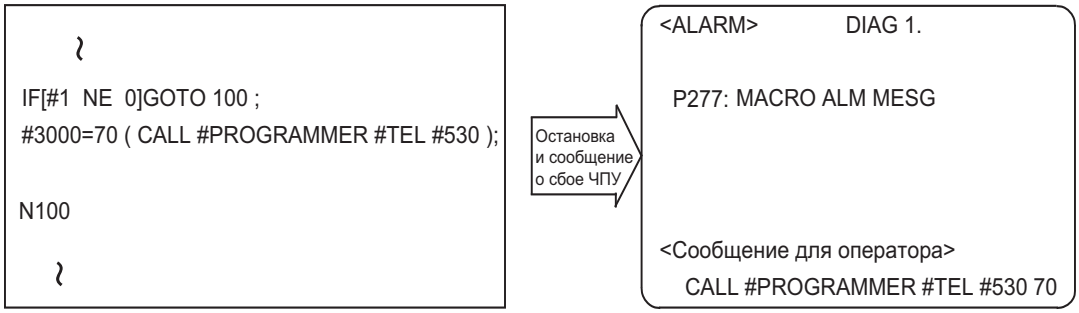
Устройство NC может быть принудительно введено в состояние выдачи аварийного сигнала через переменную с номером 3000.

#3000= 70 (CALL #PROGRAMMER #TEL #530) ;

70	№ сигнализации
CALL #PROGRAMMER #TEL #530	Предупреждающее сообщение

Можно указать любой номер сигнализации от 1 до 9999.
Сообщение аварийной сигнализации должно состоять из 31 знака или меньше. Выводится сигнал "NC alarm 3" (ошибка программы).
Сообщение "P277: MACRO ALM MESG" появляется в столбце <ALARM> в экране "DIAG 1.", а номер и сообщение аварийной сигнализации "70: (CALL #PROGRAMMER #TEL #530)" появляется в < Operator message>.

Пример программы (сигнализация, если #1 = 0)



(Примечания 1)Номер сигнализации не отображает 0. Отображение любого числа свыше 9999 невозможно.

(Примечания 2)В качестве сообщения аварийной сигнализации интерпретируются знаки, следующие за первой буквой в правом члене. Поэтому первым знаком сообщения аварийной сигнализации не может быть цифра.
Рекомендуется помещать аварийные сообщения в круглые скобки.

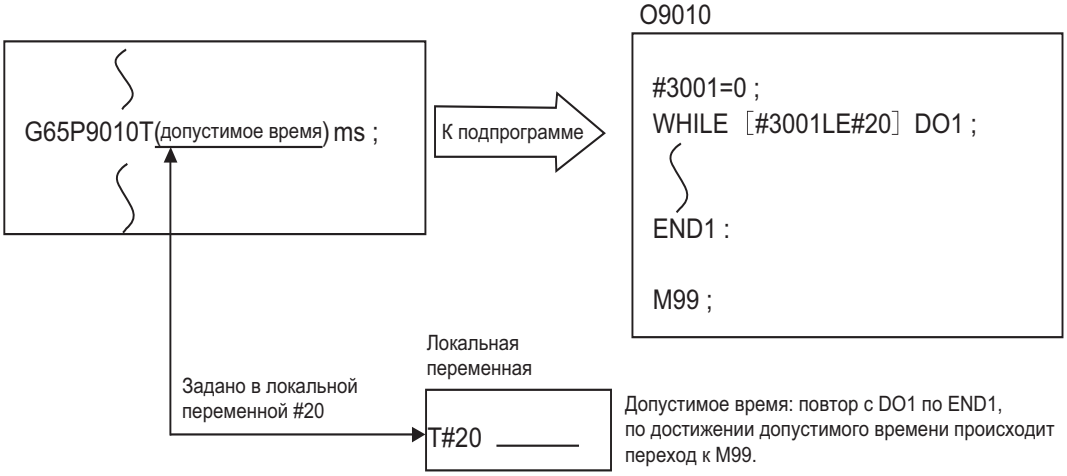
13.5.5.7 Суммарное время (#3001, #3002)

Подробное описание

Суммарное время включенного состояния питания или автоматической работы можно считать. Значения можно подставить в переменные с номерами #3001 и #3002.

Тип	Номер переменной	Единицы	Значение при включении питания	Инициализация значения	Условие счета
Питание ВКЛ	3001	1 мс	Аналогично выключению питания	Подстановка значений в переменные	Все время при включенном питании
Автоматичес-кий пуск	3002				При автоматическом пуске

Суммарное время возвращается на ноль приблизительно после значения 2.44×10^{11}мс (приблизительно 7,7 года).



13.5.5.8 Подавление покадрового останова и ожидание сигнала завершения вспомогательной функции (#3003)

Подробное описание

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	без ожидания
3	Отменен	без ожидания

(Примечания 1)Переменная № #3003 сбрасывается на ноль при сбросе ЧПУ.

13.5.5.9 Удержание подачи, подмена скорости подачи, команда G09 действительна/ недействительна (#3004)

Подробное описание

Подставив нижеуказанные значения в переменную номер #3004, имеется возможность активировать или дезактивировать функции удержания подачи, подмены скорости подачи и G09 в последующих кадрах.

Содержание (значение)	#3004		
	бит 0	бит 1	бит 2
	Блокировка подачи	Подмена скорости подачи	Проверка G09
0	Действительно	Действительно	Действительно
1	Недействительно	Действительно	Действительно
2	Действительно	Недействительно	Действительно
3	Недействительно	Недействительно	Действительно
4	Действительно	Действительно	Недействительно
5	Недействительно	Действительно	Недействительно
6	Действительно	Недействительно	Недействительно
7	Недействительно	Недействительно	Недействительно

(Примечания 1)Переменная № #3004 сбрасывается на ноль при сбросе ЧПУ.

(Примечания 2)Функции действуют, если вышеуказанные биты имеют значение 0, и не действуют, если эти биты имеют значение 1.

(Примечания 3)Если в #3004 задано, что останов подачи недействителен, то при нажатии кнопки останова подачи возникнет следующее.

- Во время нарезания резьбы покадровый останов осуществляется в конце кадра, следующего за кадром, в котором завершается нарезание резьбы.
- Во время нарезания резьбы метчиком с использованием цикла нарезания резьбы покадровый останов осуществляется после операции возврата в точку R.
- В иных случаях кроме вышеуказанных покадровый останов происходит после завершения кадра, выполняемого в данный момент.

13.5.5.10 Отображение сообщения и останов (#3006)

Подробное описание

С помощью переменной номер #3006 можно остановить работу после выполнения предыдущего кадра. Если при этом задана команда данных для отображения сообщения, в области сообщений для оператора будет отображено соответствующее сообщение и номер останова.

```
#3006 =  1( TAKE FIVE );
```

от 1 до 9999	Номер останова (Если установлены иные номера кроме 1-9999, команда недействительна.)
TAKE FIVE	Сообщение (если никакое сообщение не присвоено, на экране ничего не появляется.)

Сообщение должно состоять из 31 знака или менее и должно быть заключено в круглые скобки.

13.5.5.11 Зеркальное отображение (#3007)

Подробное описание

Считав переменную номер #3007, можно выяснить состояние зеркального отображения каждой оси в этой точке.
Каждая ось соответствует одному из битов параметра #3007.
Если биты имеют состояние 0, функция зеркального отображения не действует.
Если биты имеют состояние 1, действует функция зеркального отображения.

#3007

Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n-ная ось											6	5	4	3	2	1

13.5.5.12 Модальные G-команды (#4001-#4021, #4201-#4221)

Подробное описание

С помощью переменных с номерами #4001..#4021 можно считывать модальные команды, заданные в предыдущих кадрах.
Аналогичным образом можно считывать модальные команды в выполняемом кадре с помощью переменных с номерами #4201...#4221.

Номер переменной		Функция	
Предварительно считанный кадр	Кадр текущий		
#4001	#4201	Режим интерполяции	G00 : 0, G01 : 1,G 02 : 2, G03 : 3, G33 : 33
#4002	#4202	Выбор плоскости	G17 : 17, G18 : 18, G19 : 19
#4003	#4203	Абсолютное/инкрементное задание	G90 : 90, G91 : 91
#4004	#4204	Нет переменной	
#4005	#4205	Минутная подача	G94 : 94, G95 : 95
#4006	#4206	Дюймовая/метрическая система	G20 : 20, G21 : 21
#4007	#4207	Коррекция на радиус резца	G40 : 40, G41 : 41, G42 : 42
#4008	#4208	Компенсация длины инструмента	G43:43, G44:44, G49:49
#4009	#4209	Стандартные циклы	G80 : 80, G73-74 : 73-74, G76 : 76, G81-89 : 81-89
#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		
#4017	#4217	Контроль постоянства скорости резания	G96 : 96, G97 : 97
#4018	#4218	Нет переменной	
#4019	#4219	Зеркальное отображение	G50.1:50.1, G51.1:51.1
#4020	#4220		
#4021	#4221	Нет переменной	

(Пример) G28 X0 Y0 Z0;

```
G90 G1 X100. F1000 ;
G91 G65 P300 X100. Y100. ;
M02 ;
O300
#1 = #4003 ; = -> Модальная G-команда группы 03 (предварительное считывание) #1 = 91.0
#2 = #4203 ; = -> Модальная G-команда группы (теперь эта команда выполняется) #2 = 90.0
G#1 X#24 Y#25 ;
M99 ;
%
```

13.5.5.13 Другие модальные команды (#4101 − #4120, #4301 − #4320)

Подробное описание

С помощью переменных с номерами #4101...#4120 можно считывать модальные команды, заданные в предыдущих кадрах. Аналогичным образом можно считывать модальные команды в выполняемом кадре с помощью переменных с номерами #4301...#4320.

Номер переменной		Модальная информация		Номер переменной		Модальная информация
Предварительное считывание	Выполнение			Предварительное считывание	Выполнение	
#4101	#4301			#4111	#4311	Номер компенсации длины инструмента H
#4102	#4302			#4112	#4312	
#4103	#4303			#4113	#4313	Вспомогательная функция M
#4104	#4304			#4114	#4314	Номер последовательности N
#4105	#4305			#4115	#4315	Номер программы O (примечание 1)
#4106	#4306			#4116	#4316	
#4107	#4307	Номер компенсации радиуса инструмента D		#4117	#4317	
#4108	#4308			#4118	#4318	
#4109	#4309	Скорость подачи F		#4119	#4319	Функция шпинделя S
#4110	#4310			#4120	#4320	Функция инструмента T

(Примечания 1)Программы, зарегистрированные как файлы. Если номер программы (имя файла) считывается с помощью переменных #4115, #4315, цепочка символов конвертируется в числовое значение.

(Пример 1) Имя файла "123" представляет собой цепочку символов 0×31, 0×32, 0×33, которая преобразуется в числовое значение (0×31-0×30)*100 + (0×32-0×30)*10 + (0×33-0×30) = 123.0. Следует отметить, что если имя файла содержит символы, отличные от цифр, оно будет равно «пусто».

(Пример 2) Если файл имеет имя "123ABC", содержащее иные знаки кроме цифр, то результат будет "Использование не возможно".

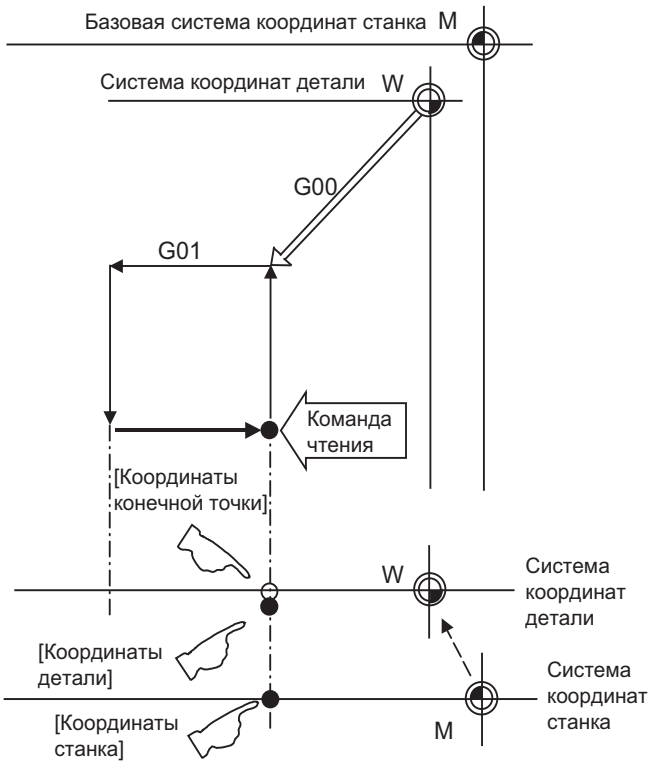
13.5.5.14 Информация о позиции (#5001 − #5140 + n)

Подробное описание

С помощью переменных с номерами #5001...#5104 имеется возможность считывать координаты конечной точки, координаты станка, координаты детали, координаты пропуска, величину компенсации позиции инструмента и величины отклонения сервосистемы в последнем кадре.

Данные позиции	№ оси						Примечание (чтение во время движения)
	1	2	3	4	...	n	
Координата конечной точки последнего кадра	#5001	#5002	#5003	#5004	...	#5000+n	Да
Координаты в системе координат станка	#5021	#5022	#5023	#5024	...	#5020+n	Нет
Координаты в системе координат детали	#5041	#5042	#5043	#5044	...	#5040+n	Нет
Координаты касания (измерения)	#5061	#5062	#5063	#5064	...	#5060+n	Да
Величина компенсации позиции инструмента	#5081	#5082	#5083	#5084	...	#5080+n	Нет
Величина рассогласо-вания серво-системы	#5101	#5102	#5103	#5104	...	#5100+n	Да
Останов макропрерывания Координаты начальной точки	#5121	#5122	#5123	#5124	...	#5120+n	Да
Останов макропрерывания Координаты конечной точки	#5141	#5142	#5143	#5144	...	#5140+n	Да

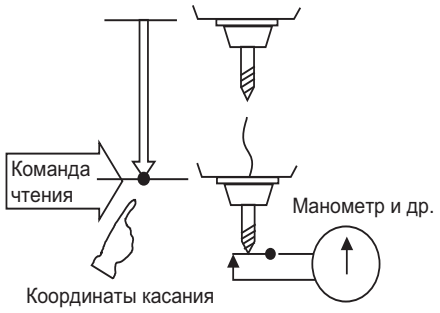
(Примечание) Количество управляемых осей определяется параметрами NC.
Последний знак в номере переменной соответствует номеру управляемой оси.



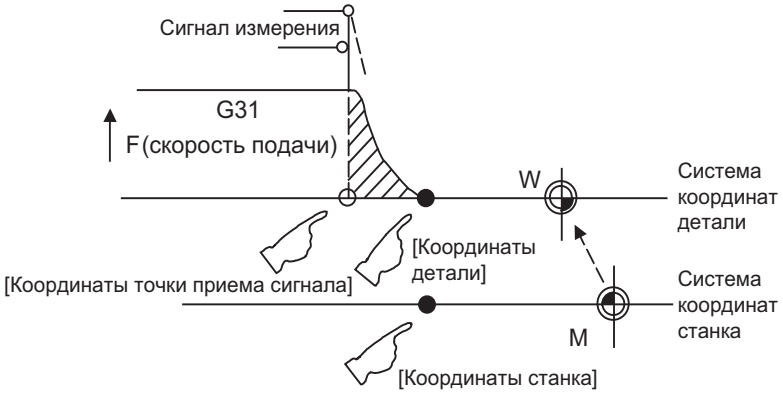
(1) Координаты конечной точки и точки касания это координаты в системе координат детали.

(2) Координаты конечной точки и точки касания, величины рассогласования сервосистемы могут быть считаны во время движения. Однако прежде чем считывать координаты станка и координаты детали, необходимо убедиться в том, что движение прекратилось.

(3) Координаты пропуска означают позицию, в которой был включен сигнал пропуска в кадре G31. Если сигнал пропуска не включается, эти координаты соответствуют позиции конечной точки. (Более подробную информацию см. в разделе "Автоматическое измерение длины инструмента".)



(4) Координаты конечной точки относятся к позиции вершины инструмента вне зависимости от компенсации инструмента и прочих подобных факторов. Однако координаты станка, координаты детали и координаты пропуска отражают позицию референтной точки инструмента с учетом компенсации инструмента.

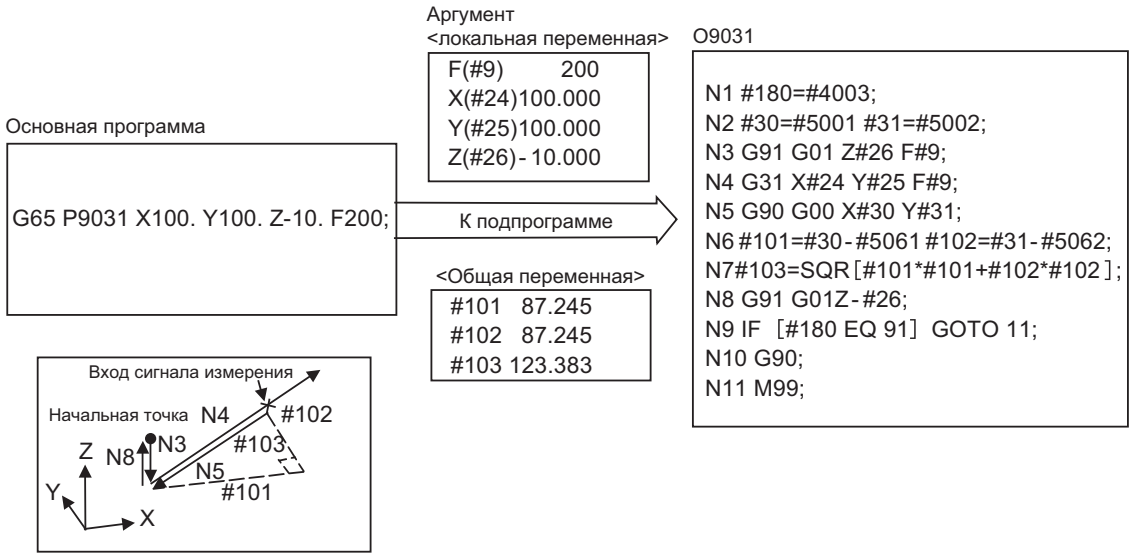


Для "●" убедитесь в останове и выполняйте считывание.
Для "○" считывание возможно во время движения.

Значение координат при поступлении сигнала пропуска представляет собой позицию в системе координат детали. В переменных с номерами #5061...#5064 сохраняется значение координаты на момент поступления входного сигнала пропуска во время движения. Впоследствии эту сохраненную информацию можно считать в любое время. Более подробную информацию см. в разделе "Функция пропуска".

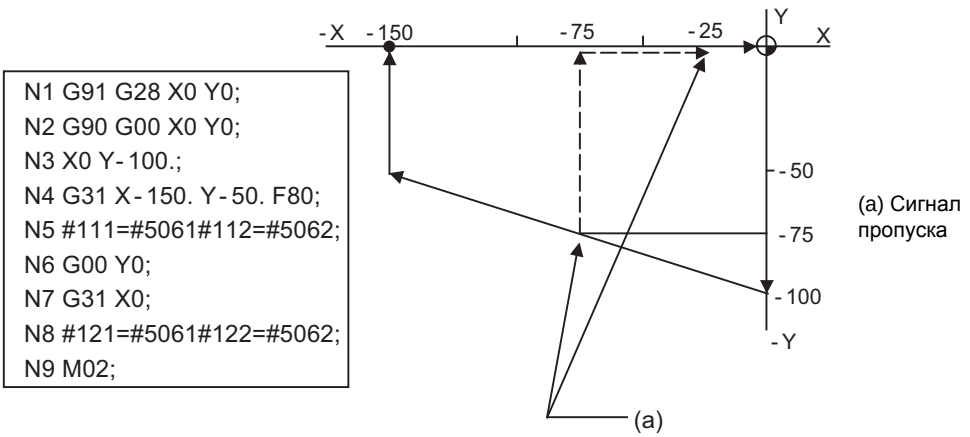
(Пример 1) Пример измерения позиции детали

Ниже показан пример измерения расстояния от измеренной референтной позиции до кромки детали.



#101	Измеренная величина по оси X	N1	Модальная регистрация G90/G91
#102	Измеренная величина по оси Y	N2	Регистрация начальной точки X, Y
#103	Величина измеренного линейного сегмента	N3	Величина подачи оси Z
		N4	Измерение X, Y (останов при поступлении сигнала пропуска)
#5001	Начальная точка измерения по оси X	N5	Возврат в начальную точку X, Y
#5002	Начальная точка измерения по оси Y	N6	Расчет инкрементной измеренной величины X, Y
		N7	Расчет измеренного линейного сегмента
#5061	Координата оси X при сигнале пропуска	N8	Отвод оси Z
#5062	Координата оси Y при сигнале пропуска	N9,N10	Модальный возврат G90/G91
		N11	Возврат в основную программу

(Пример 2) Считывание координат на момент поступления сигнала пропуска



#111=-75.+ε	#112=-75.+ε
#121=-25.+ε	#122=-75.+ε

ε − это ошибка, вызванная задержкой реакции. (более подробную информацию см. в разделе "Функция пропуска") #122 содержит координаты N4 на момент поступления сигнала пропуска, так как в кадре N7 нет команды Y.

13.5.5.15 Количество обработок деталей (#3901, #3902)

Подробное описание

Количество обработок деталей можно считать с помощью переменных #3901 и #3902. Подставив значение в переменные с этими номерами, количество обработок можно изменить.

Тип	Номер переменной	Диапазон настройки данных
Количество обработок деталей	#3901	от 0 до 999999
Максимальное значение детали	#3902	

(Примечание) Количество обработок должно быть положительным.

13.5.5.16 Параметр поворота координат

Подробное описание

Следующие переменные можно считать с помощью системных переменных и команды обработки переменных. Учитывайте, что запись в эти переменные не возможна.

Номер переменной	Описание
#30060	Номер управляемой оси в плоскости поворота координат (горизонтальная ось)
#30061	Номер управляемой оси в плоскости поворота координат (вертикальная ось)
#30062	Центр поворота координат (горизонтальная ось)
#30063	Центр поворота координат (вертикальная ось)
#30064	Угол поворота координат
#30065	Данные SIN для угла поворота координат [SIN(угол поворота координат)]
#30066	Данные COS для угла поворота координат [COS(угол поворота координат)]
#30067	Вектор поворота координат (горизонтальная ось)
#30068	Вектор поворота координат (вертикальная ось)

13.5.5.17 Параметры конфигурации поворотной оси

Подробное описание

С помощью системных переменных и команды оперирования переменными можно считать следующие параметры конфигурации поворотной оси.
Подставив значения в эти переменные, можно изменить настройку параметров конфигурации поворотной оси.

Номер переменной	Параметр
#31001	#7903 G92_CRD Выбор начала координат
#31002	#7904 NO_TIP Выбор функции подачи инструмента с помощью маховичка
#31003	#7920 SLCT_T1 Выбор поворотной оси (поворотная ось вращательного типа на стороне основания инструмента)
#31004	#7923 DIR_T1 Направление вращения (поворотная ось вращательного типа на стороне основания инструмента)
#31005	#7924 COFST1H Смещение центра вращения горизонтальной оси (поворотная ось вращательного типа на стороне основания инструмента)
#31006	#7925 COFST1V Смещение центра вращения вертикальной оси (поворотная ось вращательного типа на стороне основания инструмента)
#31007	#7926 COFST1T Смещение центра вращения оси высоты (поворотная ось вращательного типа на стороне основания инструмента)
#31008	#7930 SLCT_T2 Выбор поворотной оси (поворотная ось вращательного типа на стороне инструмента)
#31009	#7933 DIR_T2 Направление вращения (поворотная ось вращательного типа на стороне инструмента)
#31010	#7934 COFST2H Смещение центра вращения горизонтальной оси (поворотная ось вращательного типа на стороне инструмента)
#31011	#7935 COFST2V Смещение центра вращения вертикальной оси (поворотная ось вращательного типа на стороне инструмента)
#31012	#7936 COFST2T Смещение центра вращения оси высоты (поворотная ось вращательного типа на стороне инструмента)
#31013	#7940 SLCT_W1 Выбор поворотной оси (поворотная ось на стороне основания стола)
#31014	#7943 DIR_ W1 Направление вращения (поворотная ось на стороне основания стола)
#31015	#7944 COFSW1H Смещение центра вращения горизонтальной оси (поворотная ось на стороне основания стола)
#31016	#7945 COFSW1V Смещение центра вращения вертикальной оси (поворотная ось на стороне основания стола)
#31017	#7946 COFSW1T Смещение центра вращения оси высоты (поворотная ось на стороне основания стола)
#31018	#7950 SLCT_W2 Выбор поворотной оси (поворотная ось на стороне детали стола)
#31019	#7953 DIR_W2 Направление вращения (поворотная ось на стороне детали стола)
#31020	#7954 COFSW2H Смещение центра вращения горизонтальной оси (поворотная ось на стороне детали стола)
#31021	#7955 COFSW2V Смещение центра вращения вертикальной оси (поворотная ось на стороне детали стола)
#31022	#7956 COFSW2T Смещение центра вращения оси высоты (поворотная ось на стороне детали стола)
#31023	#7912 NO_MANUAL Выбор ручной подачи для 5-осевой обработки

13.5.5.18 Информация реверсной работы

Подробное описание

Номер переменной	Использование	Описание	Диапазон
#31100	Число имеющихся кадров для реверсной работы	+1 добавленное число кадров, сохраняющих информацию реверсной работы при включенном сигнале "режима реверсного управления"	от 0 до 201
#31101	Счетчик имеющихся кадров для реверсной работы	Количество имеющихся кадров для реверсной работы (значение переменной #31100), если сигнал "Реверсная работа" включен. Это количество принимает значение "0", если работа вперед выполнена для всех кадров. При обычной работе показывает "0".	от 0 до 201

13.5.5.19 Управление сроком службы инструмента (#60000 − #64700)

Подробное описание

Задание номеров переменных

(1) Указания номера группы

#60000

Номер группы данных управления сроком службы инструмента, считываемой с помощью переменных #60001...#64700, указывается путем подстановки значения в переменную с этим номером. Если номер группы не указан, считываются данные группы, зарегистрированной первой. Данные остаются действительными до сброса. Если предусмотрено управление сроком службы инструмента III, то не может использоваться никакой иной номер группы кроме 1.

(2) Номер системной переменной управления сроком службы инструмента (считывание)

#60001...#64700

| | b | c | d | e |

| a | : "6" фиксированно (управление сроком службы инструмента)

| b | c | : Подробное описание классификации данных

Класс данных	Подробное описание	Примечания
00	Для управления	См. типы данных
05	№ группы	см. по номеру регистрации
10	№ инстру-мента	см. по номеру регистрации
15	Флаг данных инструмента	см. по номеру регистрации
20	Статус инструмента	см. по номеру регистрации
25	Данные ресурса стойкости	см. по номеру регистрации
30	Данные использования	см. по номеру регистрации
35	Данные коррекции по длине инструмента	см. по номеру регистрации
40	Данные коррекции на радиус инструмента	см. по номеру регистрации
45	Дополнительные данные	см. по номеру регистрации

Номер группы и данные срока службы являются общими для группы.

| d | e | : Номер регистрации или тип данных

№ регистрации.

от 1 до 200

Тип данных

Тип	Подробное описание
1	Кол-во зарегистри- рованных резцов
2	Текущее значение ресурса стойкости
3	№ выбранного инструмента
4	Кол-во оставшихся зарегистрированных резцов
5	Сигнал выполнения
6	Суммарное время резания (мин)
7	Сигнал окончания ресурса стойкости
8	Сигнал прогноза ресурса стойкости

Перечень переменных

Номер переменной	Элемент	Тип	Подробное описание	Диапазон данных
60001	Кол-во зарегистри-рованных резцов	общее для системы	Общее количество резцов, зарегистрированных в каждой группе.	от 0 до 200
60002	Текущее значение ресурса стойкости	для каждой группы (номер группы указывается в #60000)	Время использования / количество пользований инструментом. Данные использования инструмента шпинделя или данные использования для используемого инструмента (#60003).	0...4000 мин 0...65000 раз
60003	№ выбранного инструмента		Регистрационный № используемого инструмента. Регистрационный номер выбранного инструмента указанной группы (Если инструмент не выбран, используется первый инструмент из ST:1 (или, если ST:1 не используется, то первый инструмент из ST:0) Если срок службы всех инструментов истек, то используется последний инструмент).	от 0 до 200
60004	Кол-во оставшихся зарегистрированн ых резцов		Количество первых зарегистрированных инструментов, срок службы которых не истек.	от 0 до 200
60005	Сигнал выполнения		"1 " если данная группа используется в выполняемой программе. "1", если номер группы данных инструмента шпинделя совпадает с указанным номером группы.	0/1
60006	Суммарное время резания (мин)		Обозначает время, в течение которого данная группа использовалась при выполнении программы.	(не используется)
60007	Сигнал окончания ресурса стойкости		"1", если истек срок службы всех инструментов в этой группе. "1", если истек срок службы всех зарегистрированных инструментов в указанной группе.	0/1
60008	Сигнал прогноза ресурса стойкости		"1" при выборе следующей командой нового инструмента в этой группе. "1" если используемых инструментов не имеется (ST: 1) если имеется неиспользуемый инструмент (ST: 0) в указанной группе.	0/1

Номер переменной	Элемент	Тип	Подробное описание	Диапазон данных
60500 +***	№ группы	Каждая группа / регистрационный номер (указан номер группы #60000 / регистрационный номер ***) Учитывайте, что номер группы/метод и срок службы являются общими для групп.	№ данной группы.	от 1 до 99999999
61000 +***	№ инстру-мента		№ инстру-мента	от 1 до 99999999
61500 +***	Флаг данных инструмента		Такие параметры как метод счета данных использования, метод компенсации длины и метод компенсации радиуса. бит 0, 1 Формат данных компенсации длины инструмента бит 2, 3 Формат данных компенсации радиуса инструмента 0: метод номера компенсации 1: метод инкрементной величины компенсации 2: метод абсолютной величины компенсации бит 4, 5 Метод управления сроком службы инструмента 0: Время использования 1: Количество установок 2: Число использований	0...FF (H)
62000 +***	Статус инструмента		Состояние использования инструмента 0 : инструмент не используется 1 : инструмент используется 2 : нормальный срок службы инструмента 3 : ошибка инструмента 1 4 : ошибка инструмента 2	от 0 до 4
62500 +***	Данные ресурса стойкости		Срок службы или максимальное количество использований для каждого инструмента	0...4000 минут 0...9999 раз
63000 +***	Данные использования		Время использования или количество использований для каждого инструмента	0...4000 минут 0...65000 раз
63500 +***	Данные коррекции по длине инструмента		Задание данных компенсации длины в виде номера компенсации, метод абсолютной величины компенсации или инкрементной величины компенсации.	Номер компенсации: от 0 до количества наборов компенсации инструмента Абсолютная величина компенсации ±99999.999 Инкрементная величина компенсации ±99999.999
64000 +***	Данные коррекции на радиус инструмента		Задание данных компенсации радиуса в виде номера компенсации, метод абсолютной величины компенсации или инкрементной величины компенсации.	Номер компенсации: от 0 до количества наборов компенсации инструмента Абсолютная величина компенсации ±99999.999 Инкрементная величина компенсации ±99999.999
64500 +***	Дополнительные данные		Резервные данные	от 0 до 65535

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 ;     ......  Задает номер группы данных ресурса стойкости инструмента.
                          Заданный № программы действует до сброса.
#104 = #60004 ;   ......  Считывает остаточное количество зарегистрированных резцов в группе 10.
#105 = #60005 ;   ......  Считывает сигнал работы в группе 10.
#111 = #61001 ;   ......  Считывает № инструмента группы 10, #1.
#112 = #62001 ;   ......  Считывает статус инструмента группы 10, #1.
#113 = #61002 ;   ......  Считывает № инструмента группы 10, #2.
%
```

(2) Если номер группы не указан.
#104 = #60004 ; ..... Считывает оставшееся количество зарегистрированных резцов, в первой зарегистрированной группе.
#111 = #61001 ; ..... Считывает № инструмента #1 в группе, зарегистрированной первой.
%

(3) Если указан не зарегистрированный номер группы. (группа 9999 не существует.)
#60000 = 9999 ; ..... Указывает номер группы
#104 = #60004 ; ..... #104 =-1

(4) Если указан не используемый регистрационный номер. (группа 10 содержит 15 инструментов)
#60000 = 10 ; ..... Указывает номер группы
#111 = #61016 ; ..... #111 =-1

(5) Если указан регистрационный номер вне спецификаций.
#60000 = 10 ;
#111 = #61017 ; ..... Ошибка программы (P241)

(6) Если данные управления сроком службы инструмента зарегистрированы с помощью команды G10 после указания номера группы.

```
#60000 = 10 ;     .....  Задает № группы
G10 L3 ;          .....  Начинает регистрацию данных управления ресурсом стойкости.
                         Данные срока службы группы 10 регистрируются с помощью команд от G10 до G11.
P10 LLn NNn ;     .....  10 − номер группы, Ln − срок службы инструмента, Nn − метод.
TTn ;             .....  Tn - № инструмента.
 :
G11 ;             .....  Регистрирует данные ресурса стойкости при помощи команды G10.
#111 = #61001 ;   .....  Считывает № инструмента группы 10, #1.
G10 L3 ;          .....  Начинает регистрацию данных управления ресурсом стойкости.
                         Данные срока службы группы 10 регистрируются с помощью команд от G10 до G11.
P1 LLn NNn ;      .....  1 − номер группы, Ln − срок службы инструмента, Nn − метод.
TTn ;             .....  Tn - № инструмента.
 :
G11 ;             .....  Регистрирует данные ресурса стойкости при помощи команды G10.
                         (Зарегистрированные данные удаляются.)
#111 = #61001 ;   .....  Группа 10 не существует.  #111 = -1.
```

Указания

(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 предусмотрено управление сроком службы инструмента III, то не может использоваться никакой иной номер группы кроме 1.

13.5.5.20 Считывание параметров (#100000-#100002, #100010)

Принцип действия и назначение

Системные данные могут быть считаны только через системные переменные.
(Примечание) Эти параметры можно использовать только для некоторых моделей.

Номер переменной	Применение
#100000	Задание № параметра
#100001	Задание № частичной системы
#100002	Задание № оси/№ шпинделя
#100010	Считываемое значение параметра

Подробное описание

Значения параметра считываются при помощи следующих четырех системных переменных.

#100000 = 1001;	.....	Задает # параметра.
#100001 = 0;	.....	Указывает номер частичной системы (всегда настроен "0")
#100002 = 1;	.....	Задает № оси./№ шпинделя
#100 = #100010;	.....	Считывает значение параметра.

Задание № параметра (#100000)

Номер считываемого параметра задается в этой системной переменной. Если параметры считываются без указания этого номера, то их считывание происходит аналогично тому, как если бы был указан минимальный номер параметра (#1). После того, как эта настройка однажды была сделана, она удерживается до тех пор, пока этот номер параметра не будет указан еще раз или пока он не будет сброшен.
При настройке несуществующего номера параметра возникает ошибка программы (P39).

Задание номера частичной системы (#100001)

Всегда настроен "0". Если используется ось контроллера, настроен "10".

Задание номера оси / шпинделя (#100002)

(1) Системная переменная для указания номера оси/шпинделя
Указывается номер оси/шпинделя считываемого параметра путем подстановки значения индекса в эту системную переменную. При считывании параметров, не относящихся к определенной оси или шпинделю, это указание игнорируется.
Если параметры считываются без указания этого номера, то считывание происходит аналогично тому, как если бы было указано значение индекса 1 (1-я ось / 1-й шпиндель). Однажды заданное индексное значение действительно до следующего задания или сброса системы.
При настройке несуществующего номера оси/шпинделя возникает ошибка программы (P39).

(2) Индексные значения

Индексные значения	Параметры оси	Параметры шпинделя
1	1-ая ось	1-го шпинделя
2	2-ая ось	2-й шпиндель
3	3-я ось	3-й шпиндель
4	4-я ось	2-го шпинделя
5	5-я ось	-
6	6-я ось	-

Считывание параметров (#100010)

Значение параметра считывается из этой системной переменной.
Считываемые данные в зависимости от типа параметра.

Тип	Считываемые данные
Значение	Выводятся значения, отображаемые в меню параметров
Текст	ASCII коды преобразуются в десятичные величины.

Пример программы

(1) Чтобы считать параметр, относящийся к определенной частичной системе [#1002 axisno (число осей)]

```
#100000 = 1002;     .........   Указывает [#1002].
#100001 = 0;        .........
#101 = #100010;     .........   Считывает число осей
#100001 = 5;        .........   Указывает [5-ю частичную систему]. (возникает ошибка программы (P39).)
#100001 = 10;       .........   Указывает [ось контроллера].
#110 = #100010;     .........   Считывает количество осей контроллера.
```

(2) Чтобы считать параметр оси [#2037 G53ofs (референтная точка #1)]
[условия]

	<1-я ось>	<2-я ось>
#2037 G53ofs	100.000	200.000

[Программа 1-й частичной системы]

```
#100002 = 1;        .........   Указывает [1-ю ось].
#100000 = 2037;     .........   Указывает [#2037].
#101 = #100010;     .........   Считывает [референтную точку #1] для 1-й оси. (#101=100.000)
#100002 = 2;        .........   Указывает [2-ю ось].
#102 = #100010;     .........   Считывает [референтную точку #1] для 2-й оси. (#102=200.000)
```

(3) Чтобы считать любой параметр для любой частичной системы, оси и шпинделя

```
#100002 = 1;        .........   Указывает [1-й шпиндель].
#100000 = 3001;     .........   Указывает [#3001].
#101 = #100010;     .........   Считывает [#3001 slimt1 (предельная скорость вращения (передача: 00))] для 1-
                                го шпинделя.
#100000 = 3002;     .........   Указывает [#3002].
#102 = #100010;     .........   Считывает [#3002 slimt2 (предельная скорость вращения (передача: 01))] для 1-
                                го шпинделя.
#100002 = 2;        .........   Указывает [2-й шпиндель].
#100000 = 3001;     .........   Указывает [#3001].
#201 = #100010 ;    .........   Считывает [#3001 slimt1 (предельная скорость вращения (передача: 00))] для 2-
                                го шпинделя.
#100000 = 3002;     .........   Указывает [#3002].
#202 = #100010;     .........   Считывает [#3002 slimt2 (предельная скорость вращения (передача: 00))] для 2-
                                го шпинделя.
```

Пример использования макропрограммы

<Спецификации макроса>

G341 A__. Q__. ;

A__.	....	Общая переменная для хранения	Указывает номер общей переменной для сохранения считываемых данных.
Q__.	....	Задание № параметра	Для параметра оси/шпинделя указывает номер оси/шпинделя с одним разрядом после десятичной точки.

<Содержимое макроса>

#100000 = FIX[#17] ;	.....	Указывает номер параметра
#100002 = FIX[#17*10] MOD 10 ;	.....	Указывает номер оси/шпинделя
#[#1] = #100010 ;	.....	Считывает данные параметров.
M99 ;		

Указания

(1) Число осей и шпинделей установлено на максимальное количество, зависящее от модели.
(2) В отношении считываемых данных действует функция переключения между дюймовой и метрической системой для настройки и индикации.

13.5.5.21 Считывание данных контроллера (#100100-#100103,#100110)

Принцип действия и назначение

Данные PLC могут считываться через системные переменные.

Номер переменной	Применение
#100100	Задание типа данных
#100101	Задание номера операнда
#100102	Задание количества байтов для чтения
#100103	Задание бита для чтения
#100110	Считывание данных контроллера

(Примечания 1)Эти параметры можно использовать только для некоторых моделей.
(Примечания 2)В отношении считываемых операндов имеются ограничения.

Подробное описание

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

Задание типа данных (#100100)

(1) Системная переменная для указания операнда
Считываемый тип операнда можно указать, подставив значение указания операнда в эту системную переменную.
Если данные считываются без указания этого числа, то данные считываются аналогично тому, как если бы было указано минимальное значение операнда (0: M). Однажды заданный, тип данных сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание типа, либо пока не будет выполнен сброс системы.
При настройке несуществующего операнда возникает ошибка программы (P39).

(2) Значение указания операнда

Значение указания операнда	Устройство	Единицы	№ регистра	Значение указания операнда	Устройство	Единицы	№ регистра
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...R32767	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...W1FFF

Единица означает количество данных на один номер операнда. "Слово" соответствует 16 битам, а "бит" − одному биту.
* - тип операндов, адреса которых имеют шестнадцатеричный вид.

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 данные считываются без указания этого номера, то считывание происходит аналогично тому, как если бы был указан минимальный номер операнда (0). Если эта настройка однажды была сделана, она удерживается до тех пор, пока этот номер операнда не будет указан еще раз или пока настройка не будет сброшена.
При настройке несуществующего номера операнда возникает ошибка программы (P39).

Задание количества байт (#100102)

(1) Системная переменная для указания количества байтов
Размер считываемой области указывается путем подстановки значения, указывающего количество байтов, в эту системную переменную.
Если данные считываются без указания этого числа, то данные считываются аналогично тому, как если бы было указано минимальное значение операнда (0: M). 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.

(2) Указание количества байтов

Указание количества байтов	Считываемые данные			Операция	
	Размер	Знак	Диапазон	Словный операнд	Битовый операнд
0	1 бит	-	0...1	Считывается указанное количество битов.	Считываются биты из операнда с заданным номером
1	1 байт	Нет	от 0 до 255	Считывается младший байт.	8 бита считываются, начиная от операнда с заданным номером
101		Да	от -128 до 127		
2	2 байта	Нет	от 0 до 65535	Считываются два байта.	16 бита считываются, начиная от операнда с заданным номером
102		Да	от -32768 до 32767		
4	4 байта	Нет	от 0 до 4294967295	Считывается заданный операнд (L) и следующий операнд (H)	32 бита считываются, начиная от операнда с заданным номером
104		Да	от -2147483648 до 2147483647		

0 - 4 задание без знака, а 101 - 104 задание со знаком.

Задание бита (#100103)

(1) Системная переменная для указания бита
Считываемый бит указывается путем подстановки значения в эту системную переменную. Это указание действительно только при считывании битов 16-битового операнда. В других случаях оно недействительно. Если данные считываются без указания этого номера, то считывание происходит аналогично тому, как если бы было указано минимальное значение 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.
При установке несуществующего бита возникает ошибка программы (P39).

(2) Значение указания бита

Значение указания бита	Считываемый бит
0	бит 0
1	бит 1
:	:
15	бит 15

Считывание данных контроллера (#100110)

Данные заданного операнда считываются из этой системной переменной.
Смотри таблицу для задания количества байт для получения подробной информации по диапазону считываемых данных.

Пример программы

Чтобы считать битовый операнд

#100100 = 0;	.....	Указывает [операнд M].
#100101 = 0;	.....	Указывает [номер операнда 0].
#100102 = 0;	.....	Указывает [бит].
#100 = #100110;	.....	Считывает M0 (один бит).
#100102 = 1;	.....	Указывает [1 байт].
#101 = #100110;	.....	Считывает M0...M7 (8 битов). (Если M7...M0 имеют содержимое 0001 0010, это соответствует #102 = 18 (0x12).)
#100102 = 102;	.....	Указывает [два байта с арифметическим знаком].
#102 = #100110;	.....	Считывает M0...M15 (16 битов). (Если M15...M0 имеют содержимое 1111 1110 1101 1100, это соответствует #102 = -292 (0xFEDC).)
#100102 = 4;	.....	Указывает [4 байта].
#104 = #100110;	.....	Считывает M0...M31 (32 бита). (Если M31...M0 имеют содержимое 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000, это соответствует #104 = 305419896 (0x12345678).)

(2) Для считывания словного операнда

#100100 = 1;	.....	Указывает [операнд D].
#100101 = 0;	.....	Указывает [номер операнда 0].
#100102 = 0;	.....	Указывает [бит].
#100103 = 1;	.....	Указывает [бит 1].
#100 = #100110;	.....	Считывает D0 бит 1. (Если D0 = 0x0102, то #101 =1.)
#100102 = 1;	.....	Указывает [1 байт].
#101 = #100110;	.....	Считывает младший байт из D0. (Если D0 = 0x0102, то #101 =2.)
#100102 = 2;	.....	Указывает [2 байта].
#102 = #100110;	.....	Считывает D0. (Если D0 = 0x0102, то #102 =258.)
#100102 = 104;	.....	Указывает [четыре байта с арифметическим знаком].
#104 = #100110;	.....	Считывает D0 и D1. (Если D0 = 0xFFFE и D1 = 0xFFFF, #104 =-2.)

Пример использования макропрограммы

<Спецификации макроса>

G340 F__. A__. Q__. H__. ;

F__.	.....	Указание количества байтов	F0	.....	Указывает бит.
			F1	.....	Указывает один байт.
			F2	.....	Указывает два байта.
A__.	.....	Указание операнда	A0	.....	Указывает M.
			A1	.....	Указывает D.
			A2	.....	Указывает C.
			A3	.....	Указывает G.
			A4	.....	Указывает X.
			A5	.....	Указывает Y.
			A6	.....	Указывает R.
			A7	.....	Указывает T
Q__.	.....	Задание номера операнда	Для бита указывается бит с двумя разрядами после десятичной точки. Для байта десятичное значение указывать не требуется.		
H__.	.....	Общая переменная для хранения	Указывает номер общей переменной для сохранения считываемых данных.		

<Содержимое макроса>

#100100 = #1 ;	.....	Указывает устройство (операнд).
#100101 = FIX[#17] ;	.....	Указывает номер операнда
#100102 = #9 ;	.....	Указывает количество байтов.
#100103 = FIX [#17*100] MOD 100 ;	.....	Указывает бит.
#[#11] = #100110 ;	.....	Считывает данные контроллера.
M99 ;	.....	

Указания

(1) Так как данные контроллера считываются несинхронно с ходом выполнения релейно-контактной схемы контроллера, считанные данные не обязательно являются теми, которые были получены при выполнении программы. Будьте осторожны при считывании изменяющихся операндов.

(2) Если сделана попытка считывания несуществующего операнда путем указания номера операнда и количества байтов, считывается значение 0 (только для несуществующей области).

13.5.5.22 Переменные считывания времени (#3001, #3002, #3011, #3012)

Подробное описание

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) Единицу (миллисекунда/час) суммарного времени во время автоматического запуска системной переменной #3002 можно изменить, добавив параметр #1273/бит 1.

Номер переменной	Подробное описание
#3001	Величина истекшего времени с момента включения питания может считываться и перезаписываться. Единица измерения: миллисекунда.
#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. Диапазон команды для настройки года/месяца/дня Год (ГГГГ) : 2000...2099 Месяц (ММ) : 1...12 День (ДД) : 1 –максимальное количество дней в месяце
#3012	Может производиться чтение и запись текущего времени. ЧЧ/ММ/СС считывается в виде значения "ЧЧММСС". Если записано значение "ЧЧММСС", оно интерпретируется как ЧЧ/ММ/ДД. Диапазон команды для настройки часа/минуты/секунды Час (ЧЧ) : 0...23 (24-часовая система) Минута (ММ) : 0...59 Секунда (СС) : от 0 до 59

(3) Суммарное время снова возвращается на 0 приблизительно на значении 2.44×10^{11}миллисекунд (прибл. 7,7 года).

(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 имеет только одну цифру, всегда вставляйте 0. (14-е февраля 2001-го года => #3001 = 20010214 ; и т. п.)

Пример программы

Пример использования (#3011, #3012)

(Пример 1) Чтобы считать текущую дату (14-е февраля 2001 г.) в общую переменную #100 #100 = #3011 ; (20010214 записывается в #100)

(Пример 2) Чтобы записать текущее время (18 часов, 13 минут, 6 секунд) в системную переменную #3012 #3012 = 181306 ; (Суммарное время, задаваемое командой #2: время устанавливается на 18:13:06.)

(Пример 3) С помощью следующего примера программы можно определить время запуска/конца обработки (год/месяц/день/час/минута/секунда).

```
#100 =#3011 ; => Год/месяц/день начала обработки
#101 =#3012 ; => Час/минута/секунда начала обработки
G28 X0 Y0 Z0 ;

G92 ;
G0 X50. ;
  :
  :
  :
#102=#3011 ;    .... Год/месяц/день конца обработки
#103 =#3012 ; ....  Час/минута/секунда конца обработки
M30 ;
```

Указания

Ограничения и меры предосторожности при использовании переменной считывания времени

(1) #3011 считывает дату в виде восьмиразрядного значения, поэтому разность между двумя считанными датами не соответствует разности в днях.

(2) #3012 считывает время в виде шестиразрядного значения, поэтому разность между двумя считанными значениями времени не соответствует разности в часах.

13.5.5.23 Переменные доступа к операндам R (#50000 − #50749, #51000 − #51749, #52000 − #52749)

Принцип действия и назначение

С помощью переменных с номерами #50000...#50749, #51000...#51749, #52000...#52749 имеется возможность считывать данные (R8300...R9799, R18300...R19799, R28300...R29799) и подставлять значения в пользовательскую область операндов R для резервирования.

Номер переменной	Операнд R	
#50000	R8300,R8301	Пользовательская область резервирования (1500 адресов)
#50001	R8302,R8303	
:		
#50749	R9798,R9799	

Номер переменной	Операнд R	
#51000	R18300,R18301	Пользовательская область резервирования (1500 адресов)
#51001	R18302,R18303	
:		
#51749	R19798,R19799	

Номер переменной	Операнд R	
#52000	R28300,R28301	Пользовательская область резервирования (1500 адресов)
#52001	R28302,R28303	
:		
#52749	R29798,R29799	

Подробное описание

Эти переменные считывают и записывают два слова операнда R.
Диапазон данных этих переменных составляет от -2147483648 до 2147483647.
В зависимости от настройки параметра выбора бита контроллера "#6455/бит 0...2", эти переменные можно изменить между состояниями "десятичная точка активирована" или "десятичная точка дезактивирована" для каждой пользовательской области для резервирования.
Если десятичная точка активирована, позиция десятичной точки может быть различной в зависимости от параметров "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы).

#1041 I_inch	#1003 iunit			
	B	C	D	E
0 : метрическая	Три разряда после десятичной точки	Четыре разряда после десятичной точки	Пять разрядов после десятичной точки	Шесть разрядов после десятичной точки
1 : дюймовая	Четыре разряда после десятичной точки	Пять разрядов после десятичной точки	Шесть разрядов после десятичной точки	Семь разрядов после десятичной точки

Эти переменные сохраняют свои значения даже при выключенном питании. Они являются общими для частичных систем.

Доступ из программы обработки к операнду R

[Считывание переменных]

Если в программе обработки используется переменная #50000, как это показано ниже, происходит обращение к набору данных в операндах R8300 и R8301.

	Устройство	Значение	#50000
G0 X#50000 ; ↑ R8300,R8301	**R8301**	0x0001	0x1e240 (шестнадцатеричный формат) = 123456 (десятичный формат)
	R8300	0xe240	

(1) Если выбрана дезактивация десятичной точки
Вне зависимости от настройки параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), набор данных в операнде R будет соответствовать значению команды. В вышеприведенном примере значение команды будет "X123456.".

(2) Если выбрана активация десятичной точки
Набор данных в операнде R считывается как данные с десятичной точкой.
Позиция десятичной точки зависит от настроек параметров "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы).

#1041 I_inch	#1003 iunit			
	B	C	D	E
0: метрическая	X123.456	X12.3456	X1.23456	X0.123456
1: дюймовая	X12.3456	X1.23456	X0.123456	X0.0123456

[Подстановка в переменные]

При подстановке значения в переменную #50000 в программе обработки, как это показано ниже, данные записываются в операнды R8302 и R8303.

#50001 = 123 ;
→ R8302,R8303

(1) Если выбрана дезактивация десятичной точки
Вне зависимости от настройки параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), подставленное значение будет установлено в операнде R.

#50001	Устройство	Значение
123 (десятичный формат) = 0x7b (шестнадцатеричный формат)	**R8303**	0x0000
	R8302	0x007b

Если в переменную подставлено значение с десятичной точкой, например, "#50001 = 123.456 ;", то цифры после десятичной точки отбрасываются и устанавливается число "123".

(2) Если выбрана активация десятичной точки

В зависимости от настройки параметров "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), в операнде R устанавливаются значения, смещенные на определенное число десятичных знаков, как это показано ниже.

#1041 I_inch		0 : метрическая			
#1003 iunit		B	C	D	E
#50001		123000 (десятичный формат) = 0x1e078 (шестнадцатеричный формат)	1230000 (десятичный формат) = 0x12c4b0 (шестнадцатеричный формат)	12300000 (десятичный формат) = 0xbbaee0 (шестнадцатеричный формат)	123000000 (десятичный формат) = 0x754d4c0 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8303	0x0001	0x0012	0x00bb	0x0754
	R8302	0xe078	0xc4b0	0xaee0	0xd4c0

#1041 I_inch		1 : дюймовая			
#1003 iunit		B	C	D	E
#50001		1230000 (десятичный формат) = 0x12c4b0 (шестнадцатеричный формат)	12300000 (десятичный формат) = 0xbbaee0 (шестнадцатеричный формат)	123000000 (десятичный формат) = 0x754d4c0 (шестнадцатеричный формат)	1230000000 (десятичный формат) = 0x49504f80 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8303	0x0012	0x00bb	0x0754	0x4950
	R8302	0xc4b0	0xaee0	0xd4c0	0x4f80

Если в переменную подставлено значение с десятичной точкой, например, "#50001 = 123.456 ;", то непосредственно устанавливается это значение.

#1041 I_inch		0 : метрическая			
#1003 iunit		B	C	D	E
#50001		123456 (десятичный формат) = 0x1e240 (шестнадцатеричный формат)	1234560 (десятичный формат) = 0x12d680 (шестнадцатеричный формат)	12345600 (десятичный формат) = 0xbc6100 (шестнадцатеричный формат)	123456000 (десятичный формат) = 0x75bca00 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8303	0x0001	0x0012	0x00bc	0x075b
	R8302	0xe240	0xd680	0x6100	0xca00

#1041 I_inch		1 : дюймовая			
#1003 iunit		B	C	D	E
#50001		1234560 (десятичный формат) = 0x12d680 (шестнадцатеричный формат)	12345600 (десятичный формат) = 0xbc6100 (шестнадцатеричный формат)	123456000 (десятичный формат) = 0x75bca00 (шестнадцатеричный формат)	1234560000 (десятичный формат) = 0x4995e400 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8303	0x0012	0x00bc	0x075b	0x4998
	R8302	0xd680	0x6100	0xca00	0xe400

Если количество десятичных знаков в подставляемых данных превышает количество значащих цифр, то значение округляется до количества значащих цифр и устанавливается.
Если "#50001 = 123.4567899 ;".

#1041 I_inch		0 : метрическая			
#1003 iunit		B	C	D	E
#50001		123457 (десятичный формат) = 0x1e241 (шестнадцатеричный формат)	1234568 (десятичный формат) = 0x12d688 (шестнадцатеричный формат)	12345679 (десятичный формат) = 0xbc614f (шестнадцатеричный формат)	123456790 (десятичный формат) = 0x75bcd16 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8303	0x0001	0x0012	0x00bc	0x075b
	R8302	0xe241	0xd688	0x614f	0xcd16

#1041 I_inch		1 : дюймовая			
#1003 iunit		B	C	D	E
#50001		1234568 (десятичный формат) = 0x12d688 (шестнадцатеричный формат)	12345679 (десятичный формат) = 0xbc614f (шестнадцатеричный формат)	123456790 (десятичный формат) = 0x75bcd16 (шестнадцатеричный формат)	1234567899 (десятичный формат) = 0x499602db (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8303	0x0012	0x00bc	0x075b	0x4996
	R8302	0xd688	0x614f	0xcd16	0x02db

Использование переменных доступа к операнду R в управляющей команде

Эти переменные можно использовать в управляющей команде.
Однако учитывайте, что значение переменной и состояние "истинно"/"ложно" у переменных с активированной десятичной точкой и переменных с дезактивированной десятичной точкой различается.

```
IF [#50003 EQ 1] GOTO 30 ;
G00 X100  ;
N30
```

(1) Если выбрана дезактивация десятичной точки
Вне зависимости от настройки параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), значение операнда R переменной #50003, имеющей состояние "истинно", будет равным "1".

#50003	Устройство	Значение
1 (десятичный формат) = 0x01 (шестнадцатеричный формат)	**R8307**	0x0000
	R8306	0x0001

(2) Если выбрана активация десятичной точки
Условие истинно, если #50003 имеет состояние "1". В зависимости от настройки параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), значение операнда R переменной #50003 будет следующим.

#1041 I_inch		**0 : метрическая**			
#1003 iunit		**B**	**C**	**D**	**E**
#50003		1000 (десятичный формат) = 0x3e8 (шестнадцатеричный формат)	10000 (десятичный формат) = 0x2710 (шестнадцатеричный формат)	100000 (десятичный формат) = 0x186a0 (шестнадцатеричный формат)	1000000 (десятичный формат) = 0xf4240 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8307	0x0000	0x0000	0x0001	0x000f
	R8306	0x03e8	0x2710	0x86a0	0x4240

#1041 I_inch		**1 : дюймовая**			
#1003 iunit		**B**	**C**	**D**	**E**
#50003		10000 (десятичный формат) = 0x2710 (шестнадцатеричный формат)	100000 (десятичный формат) = 0x186a0 (шестнадцатеричный формат)	1000000 (десятичный формат) = 0xf4240 (шестнадцатеричный формат)	10000000 (десятичный формат) = 0x989680 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8307	0x0000	0x0001	0x000f	0x0098
	R8306	0x2710	0x86a0	0x4240	0x9680

Подстановка между переменной доступа к операнду R и другими переменными.

[подстановка в переменные доступа к операнду R]

Общие переменные и переменные координат можно подставлять в переменные доступа к операнду R.

(Пример 1) Общие переменные

```
#101 = -123.456 ;
#50004 = #101 ;
```

(Пример 2) #5063 : Координаты пропуска #5063

```
#50004 = #5063 ;
```

(1) Если выбрана дезактивация десятичной точки
Вне зависимости от настроек параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), устанавливается округленное значение.
- Если общая переменная и переменная координаты в вышеприведенном примере равны "-123.456"

#50004	Устройство	Значение
-123 (десятичный формат) = 0xffffff85 (шестнадцатеричный формат)	**R8309**	0xffff
	R8308	0x0085

(2) Если выбрана активация десятичной точки
В зависимости от настройки параметров "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), происходит следующая подстановка.

#1041 I_inch		**0 : метрическая**			
#1003 iunit		**B**	**C**	**D**	**E**
#50004		-123456 (десятичный формат) = 0xfffe1dc0 (шестнадцатеричный формат)	-1234560 (десятичный формат) = 0xffed2980 (шестнадцатеричный формат)	-12345600 (десятичный формат) = 0xff439f00 (шестнадцатеричный формат)	-123456000 (десятичный формат) = 0xf8a43600 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8309	0xfffe	0xffed	0xff43	0xf8a4
	R8308	0x1dc0	0x2980	0x9f00	0x3600

#1041 I_inch		**1 : дюймовая**			
#1003 iunit		**B**	**C**	**D**	**E**
#50004		-1234560 (десятичный формат) = 0xffed2980 (шестнадцатеричный формат)	-12345600 (десятичный формат) = 0xff439f00 (шестнадцатеричный формат)	-123456000 (десятичный формат) = 0xf8a43600 (шестнадцатеричный формат)	-1234560000 (десятичный формат) = 0xb66a1c00 (шестнадцатеричный формат)
Устройство	R8309	0xffed	0xff43	0xf8a4	0xb66a
	R8308	0x2980	0x9f00	0x3600	0x1c00

[Подстановка переменных доступа к операнду R]

```
#50005 = 123.456789 ; #102 =
#50005
```

(1) Если выбрана дезактивация десятичной точки
Вне зависимости от настроек параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), #102 будет иметь значение "123".

(2) Если выбрана активация десятичной точки
В зависимости от настройки параметров "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы), происходит следующая подстановка.

#1041 I_inch	**0: метрическая**			
#1003 iunit	**B**	**C**	**D**	**E**
#102	123.4570	123.4568	123.4568	123.4568

#1041 I_inch	**1 : дюймовая**			
#1003 iunit	**B**	**C**	**D**	**E**
#102	123.4568	123.4568	123.4568	123.4568

Указания

(1) Позиция десятичной точки изменяется в зависимости от настроек параметра "#1003 iunit" (единица вводимых настроек) и "#1041 I_inch" (первоначальная единица − дюймы). При установке номера для операнда R зафиксируйте позицию десятичной точки, принимая во внимание эти настройки параметров.
(2) Эти переменные не допускают состояния <пусто>. Если сделана подстановка #0<пусто>, она преобразуется в "0". Поэтому результатом сравнения с помощью оператора (EQ) после подстановки #0 #0<пусто> и #0 #0<пусто> будет "ложно".
(3) Если в эти переменные подставлено значение, превышающее эффективный диапазон, возникает ошибка программы (P35).
(4) Если эти значения используются при дезактивированной десятичной точке, настройки "#1078 Decpt2" (десятичная точка, тип 2) и "#8044 UNIT*10" не применяются.
(5) Если происходит графическая проверка, запись в операнд R не выполняется даже если значение подставлено в эти переменные.
В зависимости от модели, содержимое этих переменных (ссылка на значение операнда R) во время графической проверки будет следующим.
M700VW : Всегда считывается "0".
M700VS/M70V : Считывается значение установленного на данный момент операнда R.

13.5.5.24 Считывание/запись величины компенсации ошибки крепления детали

Подробное описание

С помощью нижеперечисленных системных переменных имеется возможность считать или записать величину компенсации ошибки крепления детали.

	Общая	№ 01	№ 02	№ 03	№ 04	№ 05	№ 06	№ 07
Величина компенсации ошибки крепления детали Δx	#26000	#26010	#26020	#26030	#26040	#26050	#26060	#26070
Величина компенсации ошибки крепления детали Δy	#26001	#26011	#26021	#26031	#26041	#26051	#26061	#26071
Величина компенсации ошибки крепления детали Δz	#26002	#26012	#26022	#26032	#26042	#26052	#26062	#26072
Величина компенсации ошибки крепления детали Δa	-	#26013	#26023	#26033	#26043	#26053	#26063	#26073
Величина компенсации ошибки крепления детали Δb	-	#26014	#26024	#26034	#26044	#26054	#26064	#26074
Величина компенсации ошибки крепления детали Δc	-	#26015	#26025	#26035	#26045	#26055	#26065	#26075
Позиция первичной поворотной оси	#26006	#26016	#26026	#26036	#26046	#26056	#26066	#26076
Позиция вторичной поворотной оси	#26007	#26017	#26027	#26037	#26047	#26057	#26067	#26077

(Примечания 1)Позиция первичной поворотной оси соответствует оси, установленной с помощью параметра #7942, а позиция вторичной поворотной оси соответствует оси, установленной с помощью параметра #7952.

(Примечания 2)Если позиции первичной и вторичной поворотной оси не относятся к поворотным осям на стороне стола, настройки игнорируются.

(Примечания 3)Диапазоны настройки совпадают с настройками, сделанными в экране настройки ошибок крепления детали.

(Примечания 4)Если системные переменные #26000...#26077 записываются во время компенсации ошибки крепления детали, возникает ошибка программы (P545).

13.5.6 Команды операций

Принцип действия и назначение

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) Определение и подстановка переменных	#i = #j	определение, изменение
(2) Операция сложения	#i = #j + #k	Сложение
	#i = #j - #k	Вычитание
	#i = #j или #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]	Для тангенса tan θ используется отношение sinθ/cosθ.
	#i = ASIN [#k]	Арксинус
	#i = ATAN [#k]	Арктангенс (можно использовать ATAN или ATN)
	#i = ACOS [#k]	Арккосинус
	#i = SQRT [#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]	Степень с основанием e (=2.718 .....)

(Примечания 1) Значение без десятичной точки обрабатывается как значение с десятичной точкой в конце (1 = 1.000).

(Примечания 2) Величины компенсации из #10001 и значения компенсации системы координат детали из #5201 обрабатываются как данные с десятичной точкой. Следовательно, данные с десятичной точкой генерируются даже в случае, если в номерах переменных были определены данные без десятичной точки. (Пример)

Команды операций	Общие переменные после выполнения
#101 =1000 ; #10001 =#101 ; #102 =#10001 ;	#101 1000.000 #102 1000.000

(Примечания 3) <Формула> за функцией должна быть заключена в квадратные скобки [ ].

Подробное описание

Последовательность операций

(1) Последовательность операций (a)...(c) выполняется в следующей очередности: функция, операция умножения и операция сложения.

#101=#111+#112*SIN 〔#113〕

(a) функция
(b) операция умножения
(c) операция сложения

(2) Та часть, которая при выполнении по последовательности операций должна иметь приоритет, заключается в квадратные скобки [ ]. Можно использовать до 5 пар таких скобок (включая скобки для функций).

#101=SQRT 〔 〔 〔#111-#112〕*SIN 〔#113〕 +#114〕*#115〕 ;

Первые скобки
Вторые скобки
Третьи скобки

Примеры команд операций

(1) Основная программа и указание аргументов	G65 P100 A10 B20. ; #101 = 100.000 #102 = 200.000 ;	#1 10.000 #2 20.000 #101 100.000 #102 200.000		
(2) Определение и подстановка =	#1 = 1000 #2 = 1000.	#1 1000.000 #2 1000.000		
	#3 = #101 #4 = #102	#3 100.000 #4 200.000	из общих переменных	
	#5 = #10001 (#10001 = -10.)	#5 -10.000	из величины компенсации	
(3) Сложение и вычитание + -	#11 = #1 + 1000 #12 = #2 - 50. #13 = #101 + #1 #14 = #10001 - 3. (#10001 = -10.) #15 = #10001 + #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 с остатком 3 #31 = 3		
(6) Логическая сумма OR	#3 = 100 #4 = #3 OR 14	#3 = 01100100 (двоичный формат) 14 = 00001110 (двоичный формат)		
		#4 = 01101110 = 110		
(7) Исключающее "ИЛИ" XOR	#3 = 100 #4 = #3 XOR 14	#3 = 01100100 (двоичный формат) 14 = 00001110 (двоичный формат)		
		#4 = 01101010 = 106		
(8) Логическое произведение AND	#9 = 100 #10 = #9 AND 15	#9 = 01100100 (двоичный формат) 15 = 00001111 (двоичный формат)		
		#10 = 00000100 = 4		
(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 #502 #503 #504 #505 #506	0.866 0.866 866.025 866.025 866.025 866.025	
(10) Косинус COS	#541 = COS [45] #542 = COS [45.] #543 = 1000 * COS [45] #544 = 1000 * COS [45.] #545 = 1000. * COS [45] #546 = 1000. * COS [45.] (Примечание) COS [45] эквивалентно COS [45.]	#541 #542 #543 #544 #545 #546	0.707 0.707 707.107 707.107 707.107 707.107	
(11) Тангенс TAN	#551 = TAN [60] #552 = TAN [60.] #553 = 1000 * TAN [60] #554 = 1000 * TAN [60.] #555 = 1000. * TAN [60] #556 = 1000. * TAN [60.] (Примечание) TAN [60] эквивалентно TAN [60.]	#551 #552 #553 #554 #555 #556	1.732 1.732 1732.051 1732.051 1732.051 1732.051	

(12) Арксинус ASIN	#531 = ASIN [100.500 / 201.] #532 = ASIN [100.500 / 201] #533 = ASIN [0.500] #534 = ASIN [-0.500]	#531 #532 #533 #534	30.000 30.000 30.000 -30.000	
		(Примечание) Если #1273/бит 0 установлен на 1, #534 соответствует 330°.		
(13) Арктангенс ATN или ATAN	#561 = ATAN [173205 / 100000] #562 = ATAN [173205 / 100000.] #563 = ATAN [173.205 / 100] #564 = ATAN [173.205 / 100.] #565 = ATAN [1.73205]	#561 #562 #563 #564 #565	60.000 60.000 60.000 60.000 60.000	
(14) Арккосинус ACOS	#521 = ACOS [100 / 141.421] #522 = ACOS [100. / 141.421]	#521 #522	45.000 45.000	
(15) Квадратный корень SQR или SQRT	#571 = SQRT [1000] #572 = SQRT [1000.] #573 = SQRT [10. * 10. + 20. * 20] (Примечание) Для повышения точности выполняйте операцию внутри скобок, насколько это возможно.	#571 #572 #573	31.623 31.623 22.360	
(16) Абсолютное значение ABS	#576 = -1000 #577 = ABS [#576] #3 = 70. #4 = -50. #580 = ABS [#4 - #3]	#576 #577 #580	-1000.000 1000.000 120.000	
(17) BIN, BCD	#1 = 100 #11 = BIN [#1] #12 = BCD [#1]	#11 #12	64 256	
(18) Округление RND или ROUND	#21 = ROUND [14 / 3] #22 = ROUND [14. / 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 #23 #24 #25 #26 #27 #28	5 5 5 5 -5 -5 -5 -5	
(19) Отбрасывание дробной части за десятичной точкой 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 #23 #24 #25 #26 #27 #28	4.000 4.000 4.000 4.000 -4.000 -4.000 -4.000 -4.000	
(20) Сложение дробей, меньших чем 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 #23 #24 #25 #26 #27 #28	5.000 5.000 5.000 5.000 -5.000 -5.000 -5.000 -5.000	
(21) Натуральный логарифм LN	#10 = LN [5] #102 = LN [0.5] #103 = LN [-5]	#101 #102 ошибка	1.609 -0.693 "P282"	
(22) Экспонента EXP	#104 = EXP [2] #105 = EXP [1] #106 = EXP [-2]	#104 #105 #106	7.389 2.718 0.135	

Указания

(1) Примечания к логическим операторам

Для операторов EQ, NE, GT, LT, GE и LE выполняются такие же вычисления, как сложение и вычитание. Будьте внимательны в отношении ошибок. Например, из-за ошибки не всегда возможно правильно определить, равны ли #10 и #20 в следующем примере.

```
IF [#10 EQ #20]
```

Поэтому если разность между #10 и #20 снижается в пределах указанного диапазона ошибки, эти два значения считается равными.

```
IF [ABS [#10 - #20] LT 200000]
```

13.5.7 Управляющие инструкции

Принцип действия и назначение

Потоком программ можно управлять с помощью инструкций IF-GOTO и WHILE-DO-END.

Подробное описание

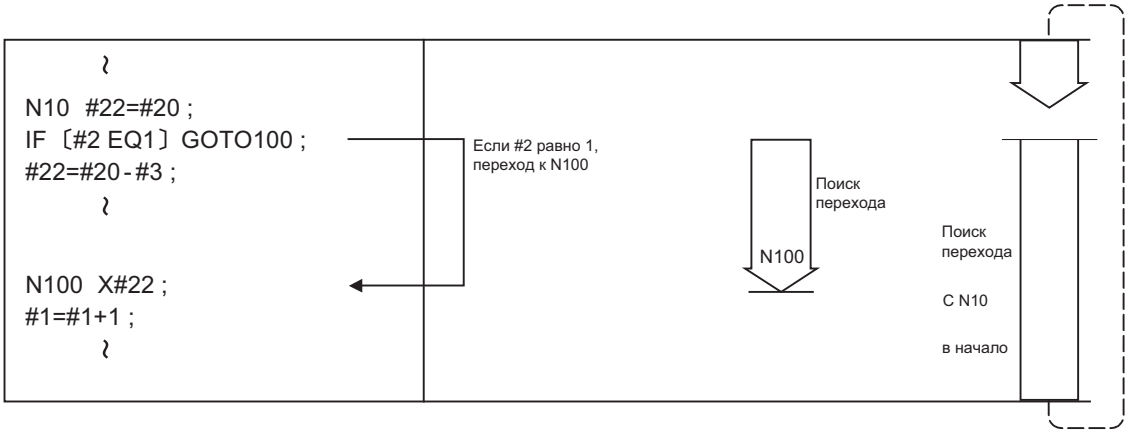
Разветвление

IF [условное выражение] GOTO n; (n = номер последовательности в программе)

Если условие выполняется, управление передается на "n", а если не выполняется, отрабатывается следующий кадр. Условие IF [условное выражение] можно не указывать. Если условие опущено, переход к "n" происходит 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 равен #j или больше
#i LE #j	< = Если #i равен #j или меньше

"n" для "GOTO n" должно всегда находиться в той же программе. Если это требование не выполнено, возникает ошибка программы (P231).
Формула или переменная могут использоваться вместо #i, #j и "n". В кадре с номером последовательности "n", выполняемом после команды "GOTO n", номер последовательности "Nn" должен обязательно находиться в начале кадра. В противном случае возникает ошибка программы (P231).
Если в начале кадра стоит знак "/", а за ним следует "Nn", переход к этому номеру последовательности возможен.



(Примечания 1)При поиске номера последовательности, являющегося целью перехода, поиск выполняется до конца программы (кода %) из кадра, следующего за IF.....;. Если номер не найден, поиск продолжается от начала программы до кадра перед IF.....;. Поэтому поиск цели перехода, находящейся в противоположном направлении по отношению к нормальному потоку программы, занимает больше времени, чем поиск цели, находящейся впереди.

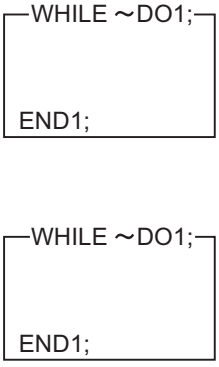
(Примечания 2)EQ и NE следует использовать только для сравнения целых чисел. Для сравнения чисел, имеющих десятичные точки, следует использовать операторы GE, GT, LE и LT.

Повторения

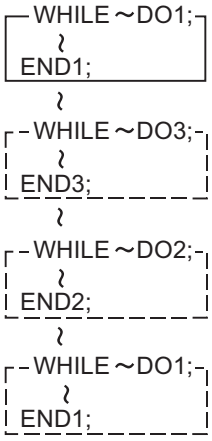
WHILE [условное выражение] DOm ; (m =1, 2, 3 ..... 127)
:
END m ;

Если условное выражение выполняется, то все кадры, начиная со следующего кадра и до команды ENDm, выполняются многократно. Если условие не выполняется, выполнение программы переходит к кадру, следующему за командой 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. Число повторений можно указать в диапазоне от 1 до 127. (DO1, DO2, DO3, ... DO127). Можно использовать до 27 уровней вложения.

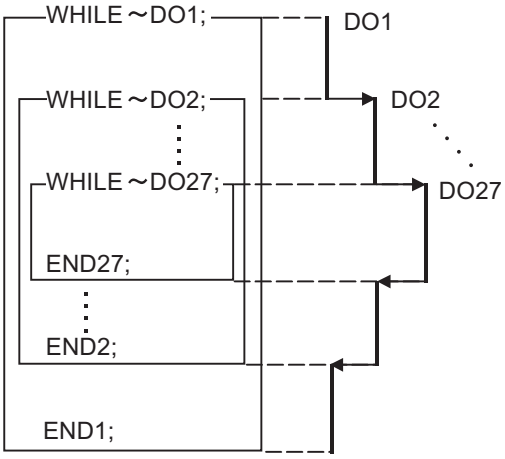
(1) Один и тот же идентификационный номер можно использовать любое количество раз.



(2) В качестве идентификационного номера WHILE-DOm можно использовать любое число.

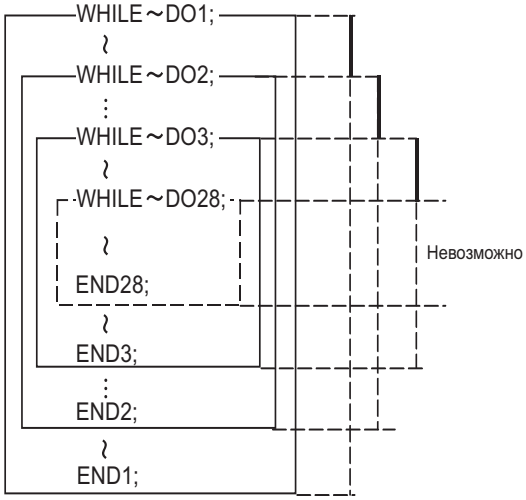


(3) Для WHILE-DOm можно использовать до 27 уровней вложения. "m" представляет собой любое число от 1 до 127 для глубины вложения.

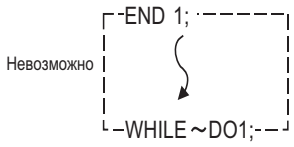


(Примечание) Для указания вложения "m" может использоваться только один раз.

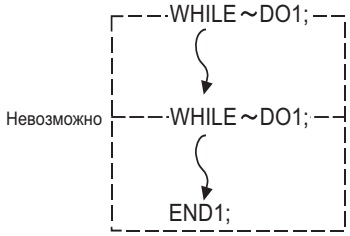
(4) Количество уровней вложения WHILE-DOm не может превышать 27.



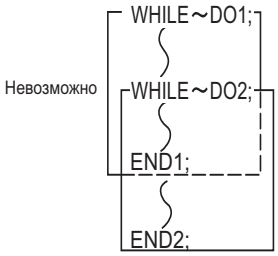
(5) Сначала должны находиться инструкции WHILE − DOm, а в конце инструкция ENDm.



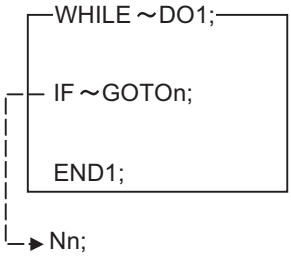
(6) Инструкции WHILE − DOm и ENDm должны образовывать пары по принципу 1:1 в одной и той же программе.



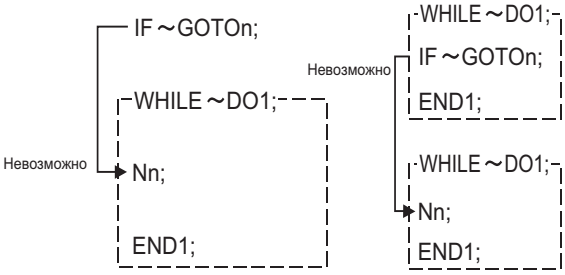
(7) Две группы WHILE − DOm не должны перекрываться.



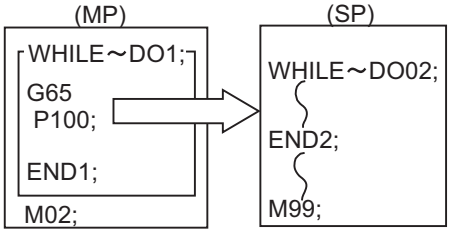
(8) Переход вовне из области WHILE − DOm возможен.



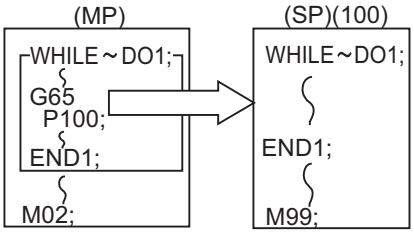
(9) Переход извне в область WHILE − DOm не возможен.



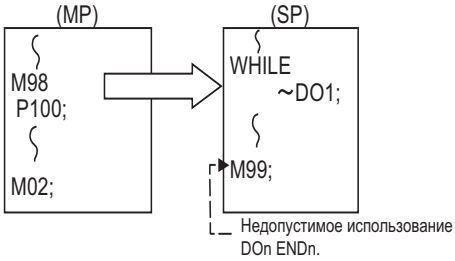
(10) Между WHILE − DOm можно вызывать подпрограммы с помощью команд M98, G65 или G66.



(11) Для вызовов можно использовать команды G65 или G66 между WHILE − DOm. Команды можно задавать повторно с 1. Для основной программы и подпрограмм возможны до 27 уровней вложений.



(12) Если WHILE и END не образуют пару в подпрограмме (включая макрос), возникает ошибка программы при команде M99.



(MP) Основная программа (SP) Подпрограмма

(Примечание) Даже если задан стандартный цикл, содержащий WHILE, то уровень вложения учитывается.

13.5.8 Команды внешнего вывода ; POPEN,PCLOS,DPRNT

Принцип действия 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

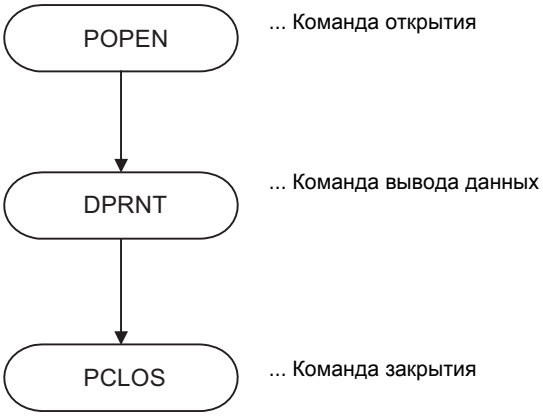
POPEN ... Команда открытия

PCLOS ... Команда закрытия

DPRNT ... Команда вывода данных

POPEN	**Для подготовки вывода данных**
PCLOS	**Для завершения вывода данных**
DPRNT	**Посимвольный вывод данных**

Последовательность команд



Подробное описание

Команда открытия : POPEN

(1) Команда задается перед серией команд вывода данных.
(2) Управляющий код DC2 и код % выдаются системой NC на устройство внешнего вывода.
(3) Однажды заданная команда POPEN; продолжает действовать, пока не будет задана команда PCLOS;.

Команда закрытия : PCLOS

(1) Данная команда задается после завершения вывода всех данных.
(2) Система ЧПУ выводит на внешнее выходное устройство управляющий код DC4 и код %.
(3) Данная команда используется в комбинации с открывающей командой и не должна использоваться, если режим вывода не был открыт.
(4) В конце программы подавайте команду закрытия, даже если во время вывода данных работа была приостановлена в результате сброса или некоторых иных операций.

Команда вывода данных : DPRNT

DPRNT [l1#v1 [d1 c1] l2#v2 [d2 c2] .....] ;

l1	Строка символов	
v1	Номер переменной	
d1	Значимые цифры перед десятичной точкой	c + d <= 8
c1	Значимые разряды после десятичной точки	

(1) Вывод символов и вывод десятичных значений переменных выполняется в коде ISO.
(2) Заданная в команде цепочка символов выводится в неизменном виде в качестве кода ISO. Можно использовать буквенно-числовые символы (A...Z, 0...9) и специальные символы (+, -, *, /). Учитывайте, что звездочка (*) выводится в виде кода пробела.
(3) Требуемые значащие разряды перед и за десятичной точкой в значениях переменных задаются в команде внутри квадратных скобок. Таким образом, в виде кода ISO выводится заданное в команде количество разрядов из значения переменной в десятичном формате, начиная со старших разрядов, включая десятичную точку. В этом случае задние нули не отбрасываются.
(4) Начальные нули опускаются.
Путем настройки параметра отбрасываемый передний ноль можно заменять пробелом.
Таким способом можно выравнивать выводимые на принтер данные по правому краю.
(5) В конце выводимых данных выводится код перевода строки (LF).
Путем настройки параметров "#9112...#9512 DEV0 − 4 CR OUTPUT" на "1" можно установить, чтобы непосредственно перед кодом EOB (LF) записывался код возврата каретки (CR).

(Примечание) Команду вывода данных можно задавать и в режиме двухчастной системы. Однако в этом случае необходимо учитывать, что канал вывода совместно используется обеими частичными системами. Следует быть внимательным, чтобы не выполнять вывод данных обеими частичными системами одновременно.

Порт вывода данных

(1) Выходной порт можно выбрать с помощью параметра "#9007 MACRO PRINT PORT".
(2) Если портом является карта памяти, имя файла порта можно указать в параметре "#9054 MACRO PRINT FILE".
(3) Если портом является карта памяти, в качестве каталога порта неизменно используется корневой каталог.

Пример использования

<Настройка параметра>

#1127 DPRINT (выравнивание DPRINT)	= 1 (выравнивание младшего разряда и вывод)
#9007 MACRO PRINT PORT	= 9 (вывод на карту памяти по команде внешнего вывода)
#9008 MACRO PRINT DEV.	= 0 (для команды внешнего вывода выбрано устройство 0)
#9054 MACRO PRINT FILE	= DPRNT_OUT (имя файла для хранения выводимых данных для команды внешнего вывода)
#9112 DEV0 CR OUTPUT	= 1 (непосредственно перед кодом LF вставляется код CR)

<Программа обработки>

```
#1=12.34;
#2=#0
#100=-123456789.;
#500=-0.123456789;
POPEN;
DPRNT[]; (Примечание)
DPRNT[VAL-CHECK];
DPRNT[1234567890];
DPRNT[#1[44]];
DPRNT[#2[44]];
DPRNT[#100[80]];
DPRNT[#500[80]];
DPRNT[#100[08]];
DPRNT[#500[08]];
PCLOS;
M30;
%
```

(Примечание) Открывая файл вывода в экране редактирования, вставьте пустую строку. Если она не вставлена, то в экране редактирования ЧПУ информация в начальной строке файла будет игнорироваться.

<Файл вывода (имя файла = DPRNT_OUT)>

Пусто

Код перевода строки

(CR)	(LF)										
V	A	L	-	C	H	E	C	K	(CR)	(LF)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	(CR)	(LF)
			1	2	.	3	4	0	0	(CR)	(LF)
				0	.	0	0	0	0	(CR)	(LF)
-	2	3	4	5	6	7	8	9	(CR)	(LF)	
							-	0	(CR)	(LF)	
-	.	0	0	0	0	0	0	0	0	(CR)	(LF)
-	.	1	2	3	4	5	6	7	9	(CR)	(LF)

Значения выше количества значащих цифр округляются вниз

Значения ниже количества значащих цифр округляются

Указания

(1) Во время поиска перезапуска команда внешнего вывода игнорируется.
После использования поиска перезапуска типа 2 для поиска перезапуска между командами POPEN и PCLOS, прежде чем перезапускать программу, выполните команду POPEN с помощью прерывания MDI или подобного способа.

(2) Во время графической проверки команда внешнего вывода игнорируется.

(3) Если задана команда внешнего вывода, однако выходное устройство не в состоянии ее выполнить (из-за обрыва связи, нехватки свободного места и т. п.), возникает ошибка программы (P460).

(4) Если между командами POPEN и PCLOS выполнен сброс, ЧПУ выполняет закрывание автоматически. Поэтому прежде чем выполнять остальную часть программы обработки, выполните команду POPEN с помощью прерывания MDI или подобного способа.

(5) Если между командами POPEN и PCLOS возникла ошибка программы, ЧПУ не выполняет автоматического закрывания. Поэтому в этом случае остальную часть программы обработки можно выполнять, не выполняя команду POPEN с помощью прерывания MDI или т. п..

(6) Если в отношении выходного порта возникла ошибка программы из-за настройки карты памяти, то прежде чем вынимать карту, выполните сброс ЧПУ и закройте файл вывода.

(7) Если выходным портом является карта памяти, то вынимание карты или выключение питания без подачи команды PCLOS или сброс ЧПУ после подачи команды POPEN может привести к повреждению выводимого файла.

(8) В аппаратуре серии M700VW с помощью команды внешнего вывода данные можно вывести на карту памяти только в случае, если дисковод карты имеет имя "E:" или "F:". Имя диска "E" имеет приоритет. Если команда внешнего вывода осуществляет вывод на карту памяти, имя дисковода которой отличается от "E:" и "F:", возникает ошибка программы (P460).

13.5.9 Указания

Указания

Если используются пользовательские макрокоманды, для подготовки программ станочной обработки можно использовать команды M, S, T и другие управляющие команды ЧПУ вместе с арифметическими, логическими, разветвляющими и прочими макрокомандами. Если прежде при выполнении программы уже были заданы команды управления, и затем задаются команды управления в макросах, то выполнение макрокоманды должно быть завершено как можно скорее, чтобы минимизировать время выполнения программы, так как этот вид выполнения команд не относится непосредственно к обработке деталей.
При установленном параметре "#8101 macro single" операторы макроса могут обрабатываться согласованно с выполнением исполняемого оператора.
(Во время нормальной обработки установите этот параметр в выключенное состояние, чтобы обрабатывались сразу все операторы макроса. Во время проверки программы установите его во включенное состояние, чтобы операторы макроса выполнялись кадр за кадром. Настройку можно выбрать в зависимости от цели.)

Пример программы

N1 G91 G28 X0 Y0 ;	.....(1)	
N2 G92 X0 Y0 ;	.....(2)	
N3 G00 X-100. Y-100. ;	.....(3)	
N4 #101 = 100. * COS[210.] ;	.....(4)	(4),(5) Операторы макросов
N5 #103 = 100. * SIN[210.] ;	.....(5)	
N6 G01 X#101 Y#103 F800 ;	.....(6)	

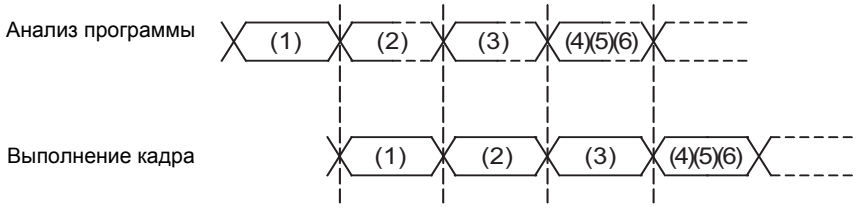
К макрокомандам относятся:

(a) Арифметические команды (кадры, содержащие =)
(b) Управляющие команды (кадры, содержащие GOTO, DO-END и т. п.)
(h) Команды вызова макросов (включая вызовы макросов на основе G-кодов и команды отмены (G65, G66, G66.1, G67))

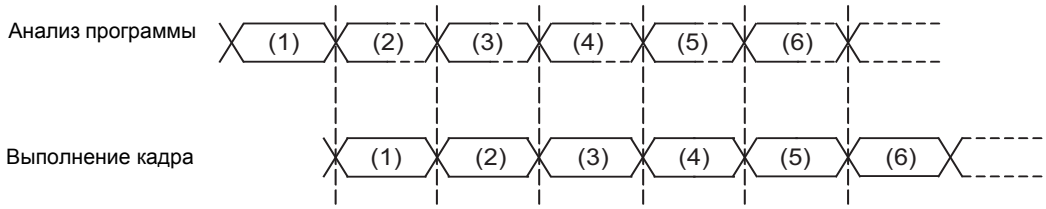
Под исполняемыми операторами подразумеваются иные операторы кроме операторов макроса.

Диаграмма выполнения примера программы с предыдущей страницы

<Одиночное выключение макроса>



<Одиночное включение макроса>



Отображение программы обработки

<Одиночное выключение макроса>

[Executing] N3 G00 X-100. Y-100. ; [Next command] N6 G01 X#101 Y#103 F800 ;	Кадры N4, N5 и N6 обрабатываются параллельно исполняемому оператору кадра N3. Кадр N6 является исполняемым оператором и поэтому он отображается как следующая команда. Если подготовка N4, N5 и N6 выполняется во время отработки N3, то движение станка будет непрерывным.

<Одиночное включение макроса>

[Executing] N3 G00 X-100. Y-100. ; [Next command] N4 #101=100. *COS[210.] ;	N4 выполняется параллельно с выполнением оператора действия N3, и выводится на экран как следующий кадр. После завершения N3 анализируются N5 и N6, а затем выполняется N6. Во время анализа N5 и N6 система управления станка удерживается в состоянии готовности.

13.5.10 Примеры использования пользовательских макросов

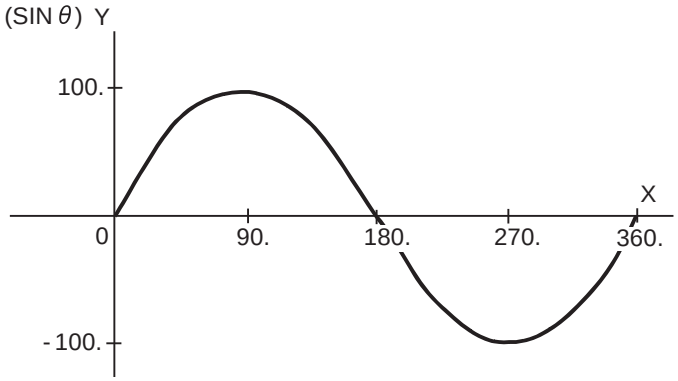
Пример программы

Ниже описаны следующие три примера:
(Пример 1) Синусоида
(Пример 2) Окружность отверстий для болтов
(Пример 3) Решетка

(Пример 1) Синусоида

G65 Pp1 Aa1 Bb1 Cc1 Ff1;

a1; начальное значение 0°
b1; конечное значение 360°
c1; R из R*SINθ
f1; скорость подачи



Основная программа

```
      ≀
G65 P9910 A0 B360.C100.F100;
      ≀
```

К подпрограмме

O9910 (Подпрограмма)

```
WHILE〔#1LE#2〕DO1;
#101=#3*SIN〔#1〕;
G90 G01 X#1 Y#10 F#9;
#1=#1+10.;
END1;
M99;
```

(Примечание 1.)

Локальные переменные, заданные аргументом

```
#1=0
#2=360.000
#3=100.000
#9=100.000
```

(Примечание 1) Возможно задание команд для одного кадра кодом G90G01X#1Y[#3*SIN[#1]] F#9.

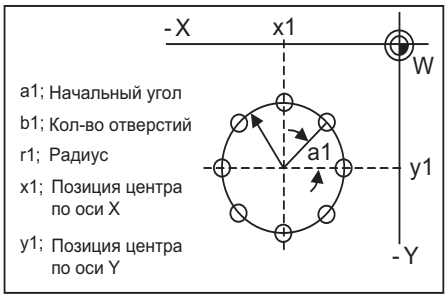
(Пример 2) Окружность отверстий для болтов

После определения данных отверстий с помощью стандартного цикла (G72...G89) подается макрокоманда в качестве команды позиции отверстия.

Основная программа

```
        ≀
G81 Z-100.R50.F300L0
G65 P9920 Aa1 Bb1 Rr1 Xx1 Yy1;
        ≀
```

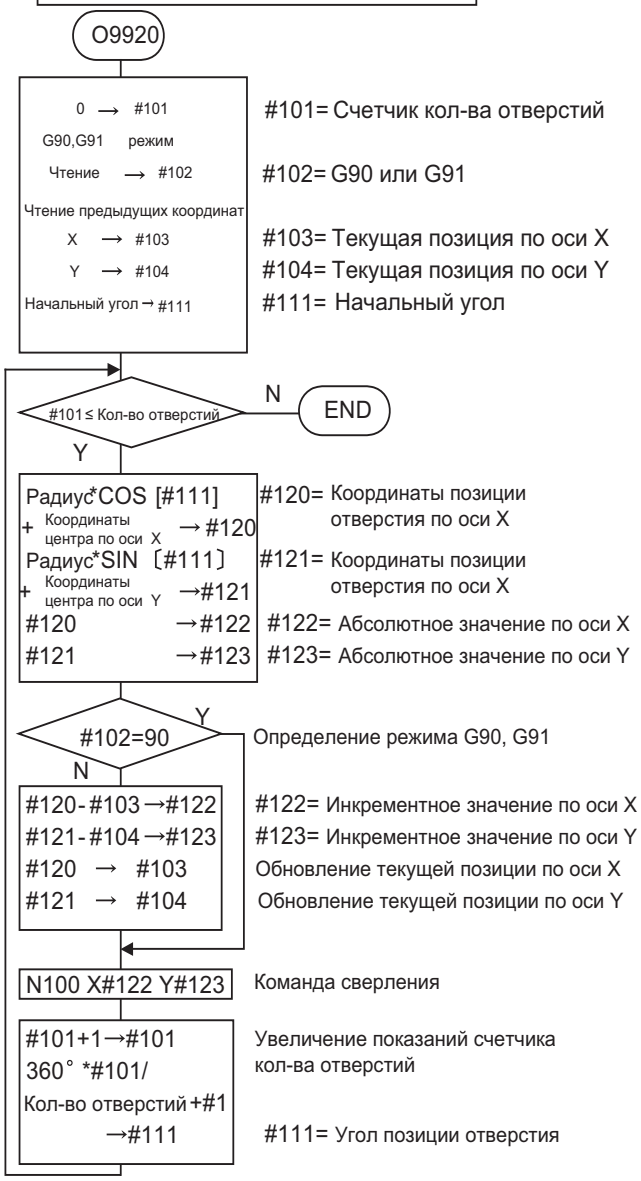
К подпрограмме



O9920 (Подпрограмма)

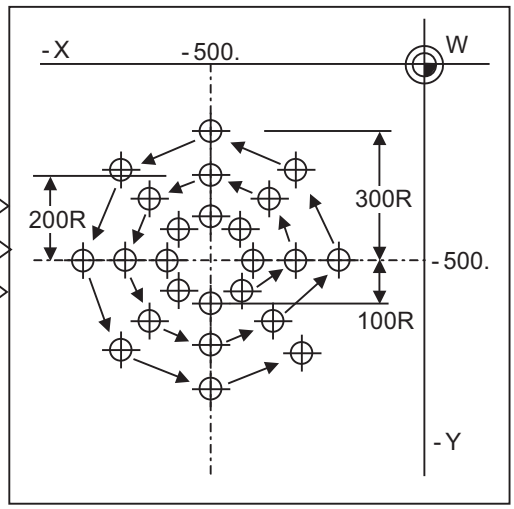
```
#101=0;
#102=#4003;
#103=#5001;   (Примечание 1.)
#104=#5002;
#111=#1;

WHILE〔#101LT#2〕DO1;

#120=#24+#18*COS〔#111〕;
#121=#25+#18*SIN 〔#111〕;   (Примечание 1.)

#122=#120 #123=#121;
IF〔#102EQ90〕GOTO100;

#122=#120-#103;
#123=#121-#104;   (Примечание 1.)

#103=#120;
#104=#121;   (Примечание 1.)

N100 X#122 Y#123;
#101=#101+1;
#111=#1+360.*#101/#2;   (Примечание 1.)

END1;
M99;
```

(Примечание 1.) Время обработки можно сократить за счет программирования в одном кадре.



```
G28 X0 Y0 Z0;
T1 M06;
G90 G43 Z100.H01;
G54 G00 X0 Y0;
G81 Z-100.R3.F100 L0 M03;
G65 P9920 X-500.Y-500.A0 B8 R100.;
G65 P9920 X-500.Y-500.A0 B8 R200.;
G65 P9920 X-500.Y-500.A0 B8 R300.;
~
```

К подпрограмме
К подпрограмме
К подпрограмме

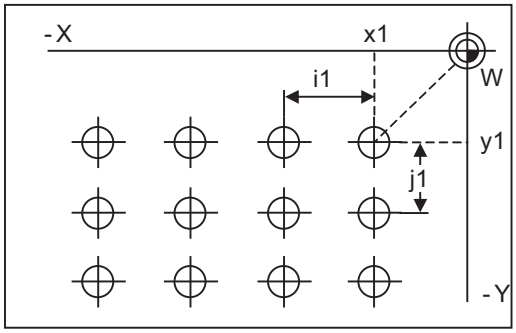


(Пример 3) Решетка

После определения данных отверстий с помощью стандартного цикла (G72...G89) вызывается макрос в качестве команды позиции отверстия.

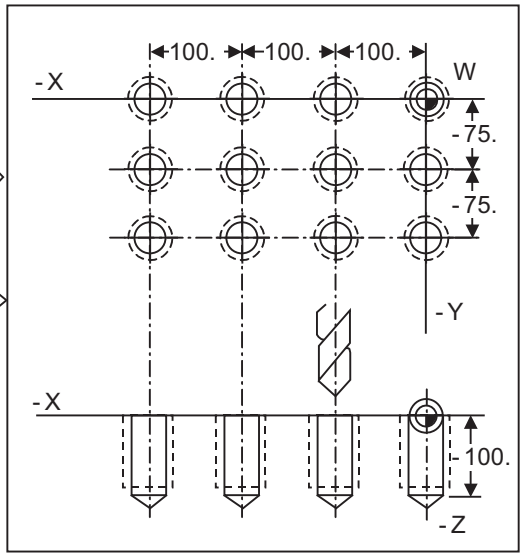
```
G81 Zz1 Rr1 Ff1;
G65 Pp1 Xx1 Yy1 Ii1 Jj1 Aa1 Bb1;
x1; Позиция отверстия по оси X
y1; Позиция отверстия по оси Y
i1; Интервал по оси X
j1; Интервал по оси Y
a1; Кол-во отверстий по оси X
b1; Кол-во отверстий по оси Y
```

Подпрограмма на следующей странице




```
G28 X0 Y0 Z0;
T1 M06;
G90 G43 Z100.H01;
G54 G00 X0 Y0;
G81 Z-100.R3.F100 L0 M03;
G65 P9930 X0 Y0 I-100. J-75. A5B3;
        ~
G84 Z-90. R3. F250 M03;
G65 P9930 X0 I-100. J-75. A5B3;
        ~
```

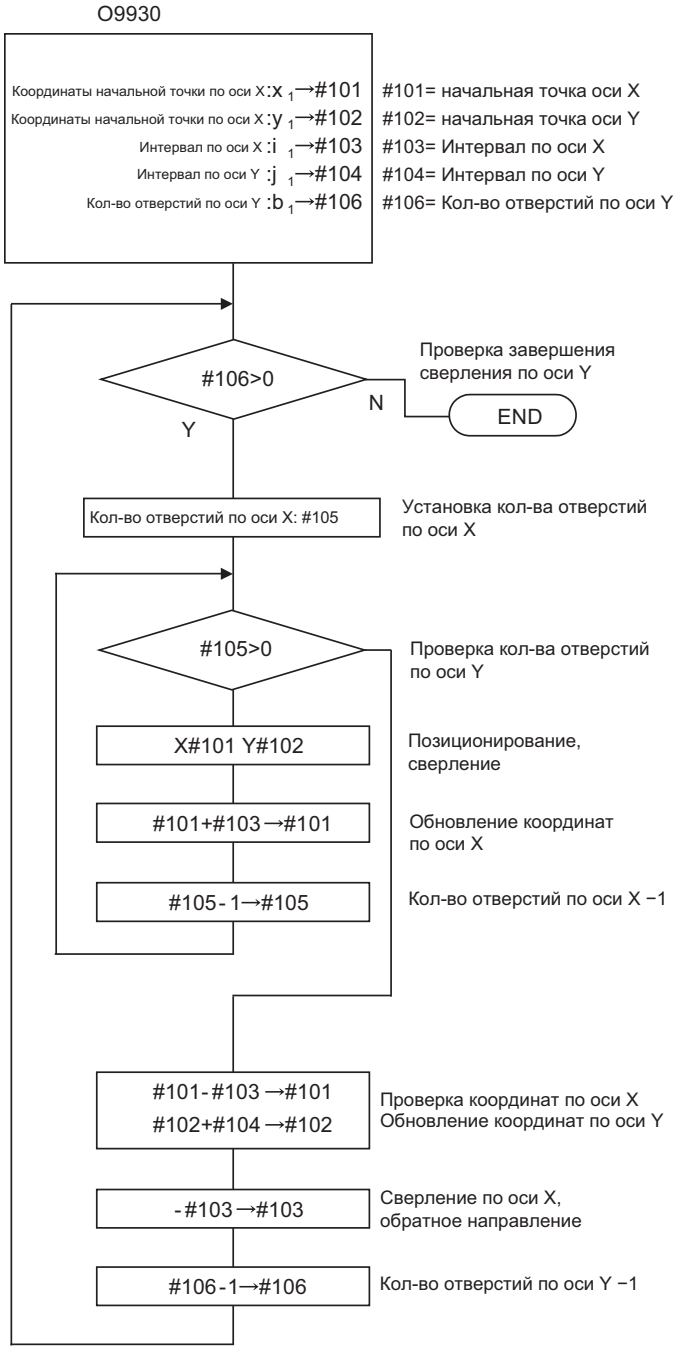
К подпрограмме
К подпрограмме



O9930 (Подпрограмма)

```
#101=#24;
#102=#25;
#103=#4;
#104=#5;
#106=#2;
                    (Примечание 1.)

WHILE〔#106GT0〕DO1;

#105=#1;

WHILE〔#105GT0〕DO2;

G90 X#101 Y#102;

#101=#101+#103;
#105=#105-1;        (Примечание 1.)

END2;

#101=#101-#103;
#102=#102+#104;
#103=-#103;
#106=#106-1;        (Примечание 1.)

END1;

M99;
```

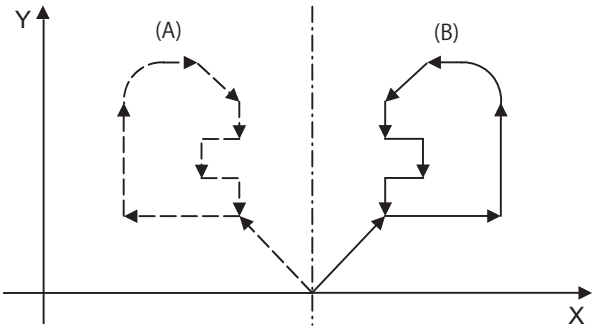
(Примечание 1.) Время обработки можно сократить за счет программирования в одном кадре.



13.6 Зеркальное отображение на основе G-команды ; G50.1,G51.1

Принцип действия и назначение

Если обрабатывается симметричная форма (одинаковая слева и справа), то время программирования можно сократить, обработав одну сторону, а затем с помощью той же программы обработав другую сторону. Для этого имеется функция зеркального отображения.
Например, если используется нижеприведенная программа для обработки формы с левой стороны (A), то, применив к этой программе функцию зеркального отображения и выполнив программу еще раз, можно симметрично обработать форму (B) с правой стороны.



Ось зеркального отображения

Формат команды

G51.1 Xx1 Yy1 Zz1 ... Включение зеркального отображения	
x1, y1, z1	Координаты центра зеркального отображения (зеркальное отображение происходит относительно этого центра)

G50.1 Xx2 Yy2 Zz2 ... Выключение зеркального отображения	
x2, y2, z2	Ось отмены зеркального отображения (значения x2, y2, z2 игнорируются)

Подробное описание

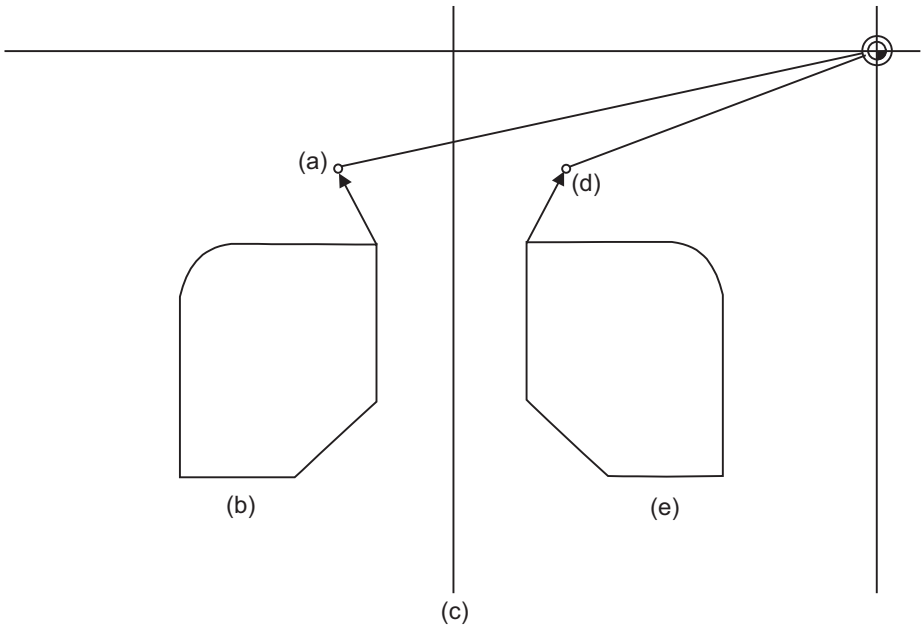
(1) Команда G51.1 задает ось зеркального отображения и координату центра зеркального отображения (в абсолютном или инкрементном виде).

(2) Команда G50.1 указывает ось, для которой зеркальное отображение должно быть выключено. Значения x2, y2, и z2 игнорируются.

(3) Если зеркальное отображение применяется только к одной оси указанной плоскости, то для дуги (или компенсации радиуса инструмента) и для поворота координат и т. п. направление поворота и направление компенсации изменяются на противоположное.

(4) Эта функция выполняется в локальной системе координат. Поэтому если устанавливается счетчик или изменяются координаты детали, центр зеркального отображения также изменяется.

(5) Референтная точка возврата во время зеркального отображения
Если во время зеркального отображения выполняется команда возврата в референтную точку (G28, G30), то зеркальное отображение действует во время движения в промежуточную точку, однако не применяется к движению в референтную точку после промежуточной точки.



(a) Промежуточная точка, если применяется зеркальное отображение	(b) Траектория, к которой применяется зеркальное отображение	(c) Центр зеркального отображения
(d) Промежуточная точка	(e) Запрограммированная траектория	

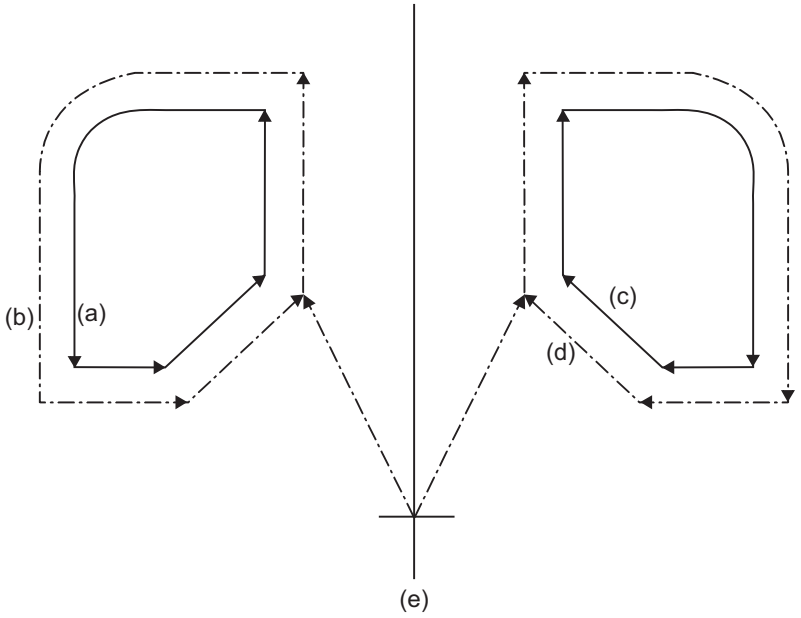
(6) Возврат из нулевой точки во время зеркального отображения
Если во время зеркального отображения задана команда возврата из нулевой точки (G29), то зеркальное отображение применяется в промежуточной точке.

(7) Зеркальное отображение не применяется к команде G53.

Связь с другими функциями

(1) Сочетание с компенсацией радиуса

Зеркальное отображение (G51.1) выполняется после применения компенсации радиуса (G41, G42). В результате обработка происходит следующим образом:

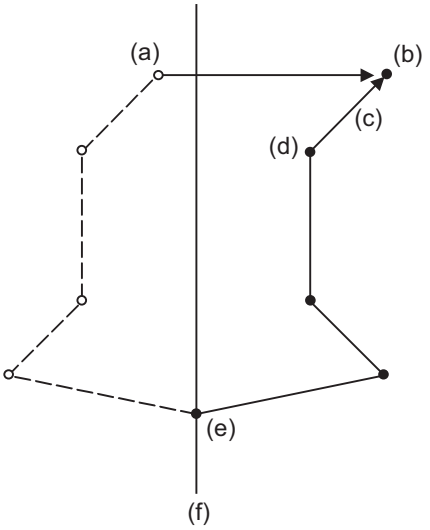


(a) Запрограммированная траектория
(b) Если применяется только компенсация радиуса
(c) Если применяется только зеркальное отображение
(d) Если применяются и зеркальное отображение, и компенсация радиуса
(e) Центр зеркального отображения

Указания

⚠ ВНИМАНИЕ **1. Включайте и выключайте зеркальное отображение в центре управления зеркальным отображением.**

Если зеркальное отображение отменено не в центре зеркального отображения, то абсолютное значение и позиция станка будет отклоняться, как это показано ниже. (Это состояние будет длиться до тех пор, пока не будет задана абсолютная команда (позиционирование в режиме G90) или пока не будет выполнен возврат в референтную точку с помощью команды G28 или G30.) Центр зеркального отображения устанавливается в абсолютном виде. Поэтому, если в этом состоянии снова будет задан центр зеркального отображения, он может оказаться в непредсказуемой позиции.
Отменяйте зеркальное отображение в центре зеркального отображения либо задавайте команду абсолютного позиционирования после его отмены.



(a) Абсолютное значение (заданная командой позиция в программе)
(b) Позиция станка
(c) Если после отмены зеркального отображения выполнено перемещение с помощью инкрементной команды
(d) Команда отмены зеркального отображения
(e) Команда оси зеркального отображения
(f) Центр зеркального отображения

13.7 Снятие фаски / скругление угла детали I

Принцип действия и назначение

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.

13.7.1 Снятие фаски на углу детали I ; G01 X_ Y_ ,C

Принцип действия и назначение

При этой команде угол детали срезается по линии, соединяющей две стороны гипотетического угла, который имел бы место, если бы снятие фаски не выполнялось. Срезаемая величина задается с помощью адреса ",C_".

Формат команды

```
N100 G01 X__ Y__ ,C__ ;
N200 G01 X__ Y__ ;
```

,C	Длина до начальной точки снятия фаски или конечной точки воображаемого угла детали

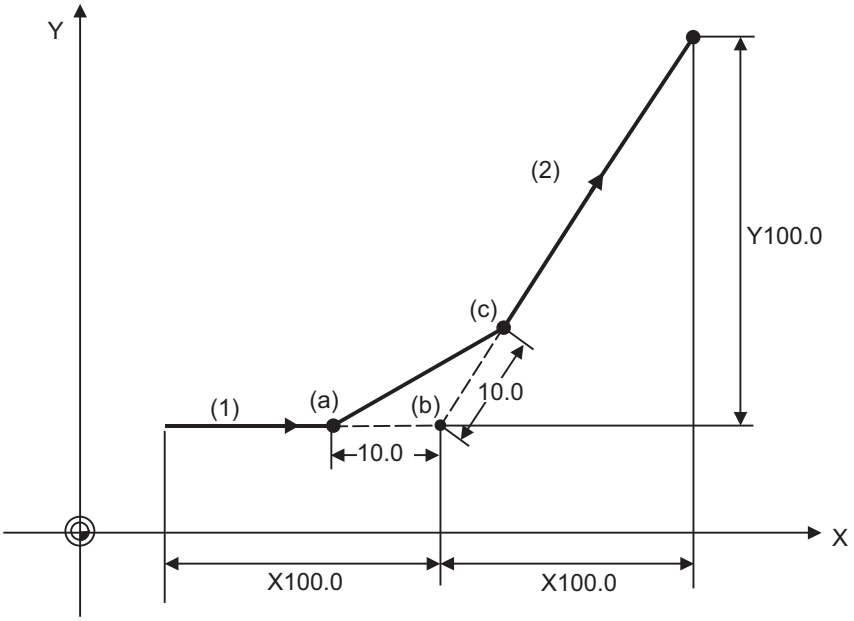
Снятие фаски производится в точке пересечения N100 и N200.

Подробное описание

(1) Начальная точка кадра, следующего за снятием фаски на углу детали, является гипотетической точкой пересечения на углу детали.
(2) Если в команде ",C" отсутствует "," (запятая), она интерпретируется как C-команда.
(3) Если в одном и том же кадре имеются команда фаски и команда скругления угла детали, то действует последняя из них.
(4) Компенсация инструмента рассчитывается для формы, в отношении которой уже было выполнено снятие фаски.
(5) Если задано масштабирование, то к заданной в команде величине фаски применяется также масштабирование.
(6) Если в кадре, следующем за кадром снятия фаски, имеется команда дуги, возникает ошибка программы (P381).
(7) Если в кадре, следующем за кадром снятия фаски, нет линейной команды, возникает ошибка программы (P382).
(8) Если величина перемещения в кадре снятия фаски меньше величины снятия фаски, возникает ошибка программы (P383).
(9) Если величина перемещения в кадре, следующем за кадром снятия фаски, меньше величины снятия фаски, возникает ошибка программы (P384).

Пример программы

(1) G91 G01 X100. ,C10.;
(2) X100. Y100.;



(a) Начальная точка снятия фаски

(b) Гипотетическая точка пересечения угла

(c) Конечная точка снятия фаски

13.7.2 Скругление угла детали I ; G01 X_ Y_ ,R_

Принцип действия и назначение

Гипотетический угол, который имел бы место без скругления, скругляется дугой, радиус которой задается с помощью адреса ",R_", однако только в том случае, если этот угол образован прямыми линиями.

Формат команды

```
N100 G01 X__  Y__  ,R__ ;
N200 G01 X__  Y__ ;
```

,R	Радиус окружности скругления угла детали

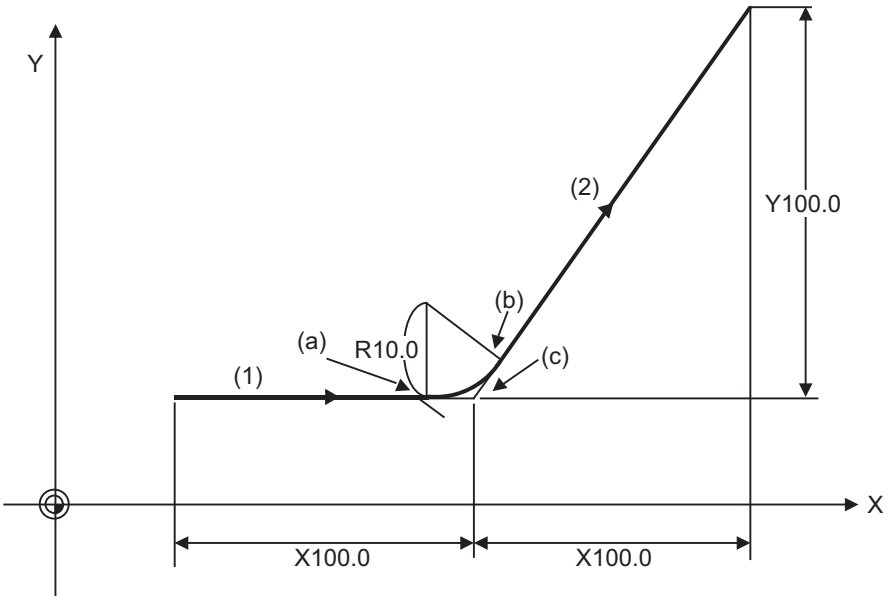
Скругление угла выполняется в точке пересечения N100 и N200.

Подробное описание

(1) Начальная точка кадра, следующего за скруглением угла детали, является гипотетической точкой пересечения на углу детали.
(2) Если в команде ",R" отсутствует "," (запятая), она интерпретируется как R-команда.
(3) Если в одном и том же кадре имеются команда фаски и команда скругления угла детали, то действует последняя из них.
(4) Компенсация инструмента рассчитывается для формы, в отношении которой уже было выполнено скругление угла детали.
(5) Если в кадре, следующем за кадром скругления угла детали, имеется команда дуги, возникает ошибка программы (P381).
(6) Если в кадре, следующем за кадром скругления угла детали, нет линейной команды, возникает ошибка программы (P382).
(7) Если величина перемещения в кадре скругления угла детали меньше значения R, возникает ошибка программы (P383).
(8) Если величина перемещения в кадре, следующем за кадром скругления угла детали, меньше значения R, возникает ошибка программы (P384).

Пример программы

(1) G91 G01 X100. ,R10.;
(2) X100. Y100.;



(a) Начальная точка скругления угла детали

(b) Конечная точка скругления угла детали

(c) Гипотетическая точка пересечения угла

13.8 Команда линейного угла ; G01 X_/Y_ A_/,A_

Принцип действия и назначение

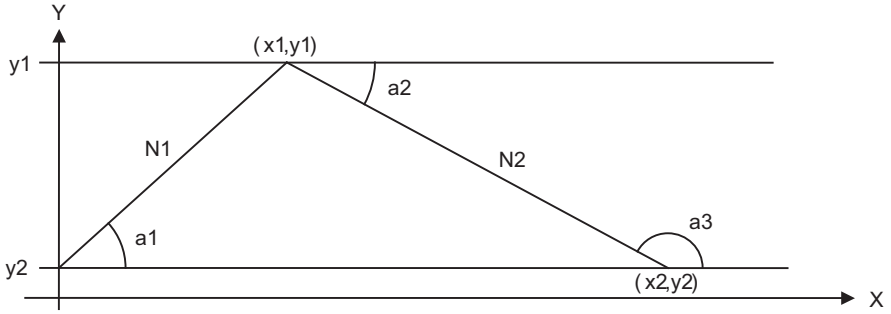
Координаты конечной точки автоматически рассчитываются в результате подачи команды линейного угла и задания одной из координатных осей конечной точки.

Формат команды

```
N1 G01 Xx1(Yy1) Aa1;
N2 G01 Xx2(Yy2) A-a2; (A-a2 можно также установить в виде Aa 3.)
```

```
N1 G01 Xx1(Yy1) ,Aa1;
N2 G01 Xx2(Yy2) ,A-a2;
```

Указание угла и координат оси X или Y.
Задайте плоскость с помощью G17 – G19.



Подробное описание

(1) Глядя со стороны направления "+" горизонтальной оси выбранной плоскости, вращение против часовой стрелки (CCW) считается вращением в направлении "+", а вращение по часовой стрелке (CW) − вращением в направлении "−".
(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 (a2), так и начальной точки (a1).
(6) Эта функция действительна для команды G01; она не действует для других команд позиционирования или интерполяции.
(7) Диапазон уклона "a" составляет от -360.000 до 360.000.
Если задано значение за пределами данного диапазона, оно будет разделено на 360 (градусов), после чего будет задан остаток.
(Пример) Если в команде задан угол 400, то он интерпретируется как 40° (остаток от деления 400/360).
(8) Если адрес A используется для названия оси или 2-ой вспомогательной функции, используйте в качестве угла указание ",A".
(9) Если в одном и том же кадре указаны "A" и ",A", ",A" интерпретируется как угол.

(Примечание)Если эта функция задается во время режима высокоскоростной обработки или высокоскоростного высокоточного режима, возникает ошибка программы (P33).

13.9 Геометрические команды ; G01 A_

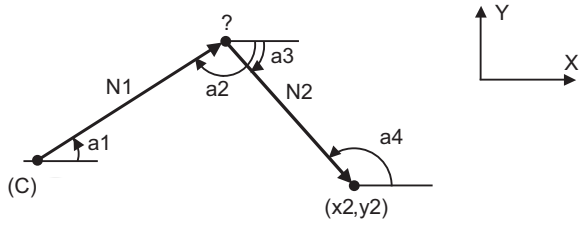
Принцип действия и назначение

Если рассчитать точку пересечения двух прямых линий в непрерывной команде линейной интерполяции трудно, то внутри ЧПУ автоматически рассчитывается конечная точка первой прямой линии и команда движения выполняется, при условии, что в команде задан уклон первой линии, координаты конечной точки и уклон второй линии.
(Примечание)Если параметр (#1082 Geomet) установлен на 0, команда "Геометрическая I" не действует.

Формат команды

N1 G01 Aa1 (A-a2) Ff1;
N2 Xx2 Yy2 A-a4 (A-a3) Ff2;

Aa1, A-a2, A-a3, Aa4	Угол
Ff1, Ff2	Скорость подачи
Xx2, Yy2	Координаты конечной точки следующего кадра



(C) Текущая позиция

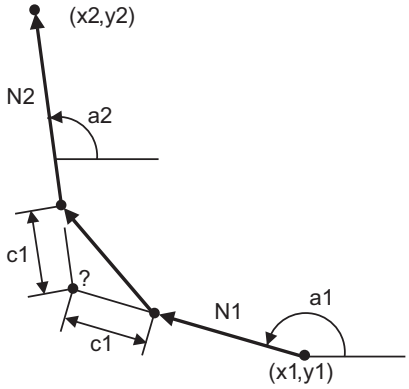
Подробное описание

(1) Если геометрическая команда не находится в выбранной плоскости, возникает ошибка программы (P396).
(2) Глядя со стороны направления "+" горизонтальной оси выбранной плоскости, вращение против часовой стрелки (CCW) считается вращением в направлении "+", а вращение по часовой стрелке (CW) − вращением в направлении "−".
(3) Диапазон уклона "a": -360.000 ≦ a ≦ 360.000.
Если задано значение за пределами данного диапазона, оно будет разделено на 360 (градусов), после чего будет задан остаток.
(Пример) Если задан угол "400.", он интерпретируется как 40 (остаток от деления 400/360).
(4) Уклон линии можно задать либо на стороне начальной точки, либо на стороне конечной точки. Блок ЧПУ автоматически определяет, к какой точке относится заданный в команде уклон − к начальной или конечной.
(5) Координаты конечной точки второго кадра должны задаваться в абсолютных значениях. Если используются инкрементные значения, возникает ошибка программы (P393).
(6) Скорость подачи можно задать для каждого кадра.
(7) Если угол пересечения двух прямых меньше 1°, возникает ошибка программы (P392).
(8) Если плоскость изменена в 1-м кадре и 2-м кадре, возникает ошибка программы (P396).
(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) Если 1-й и 2-й кадры не содержат команду G01 или G33, возникает ошибка программы (P394).

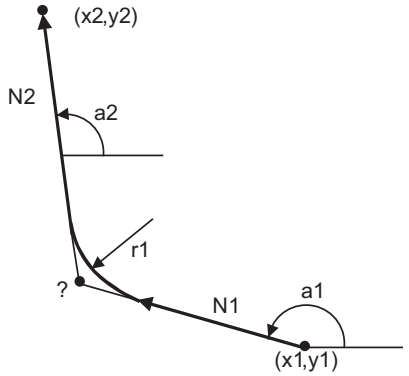
Связь с другими функциями

(1) Команду снятия фаски и скругления угла детали можно задавать после команды угла в 1-м кадре.

(Пример 1)
N1 Aa1,Cc1 ;
N2 Xx2 Yy2 Aa2 ;

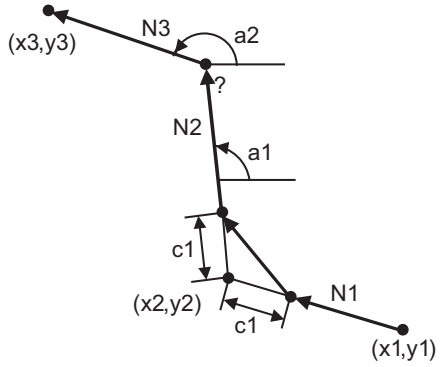


(Пример 2)
N1 Aa1,Rr1 ;
N2 Xx2 Yy2 Aa2 ;



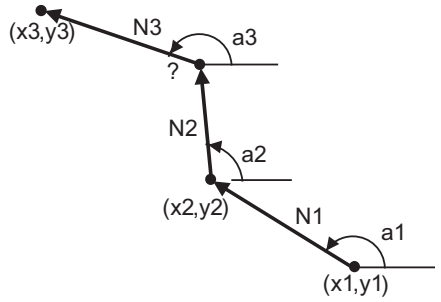
(2) Геометрическая команда I может задаваться после команды фаски или скругления углов

(Пример 3)
N1 Xx2 Yy2,Cc1 ;
N2 Aa1 ;
N3 Xx3 Yy3 Aa2 ;



(3) Геометрическая команда I может задаваться после команды линейного угла.

(Пример 4)
N1 Xx2 Aa1 ;
N2 Aa2 ;
N3 Xx3 Yy3 Aa3 ;



13.10 Резание по окружности ; G12,G13

Принцип действия и назначение

Функция резания по окружности запускает инструмент из центра окружности и выполняет обработку вдоль внутренней поверхности окружности. Инструмент продолжает резать, описывая окружность, и возвращается в центральную позицию.

Формат команды

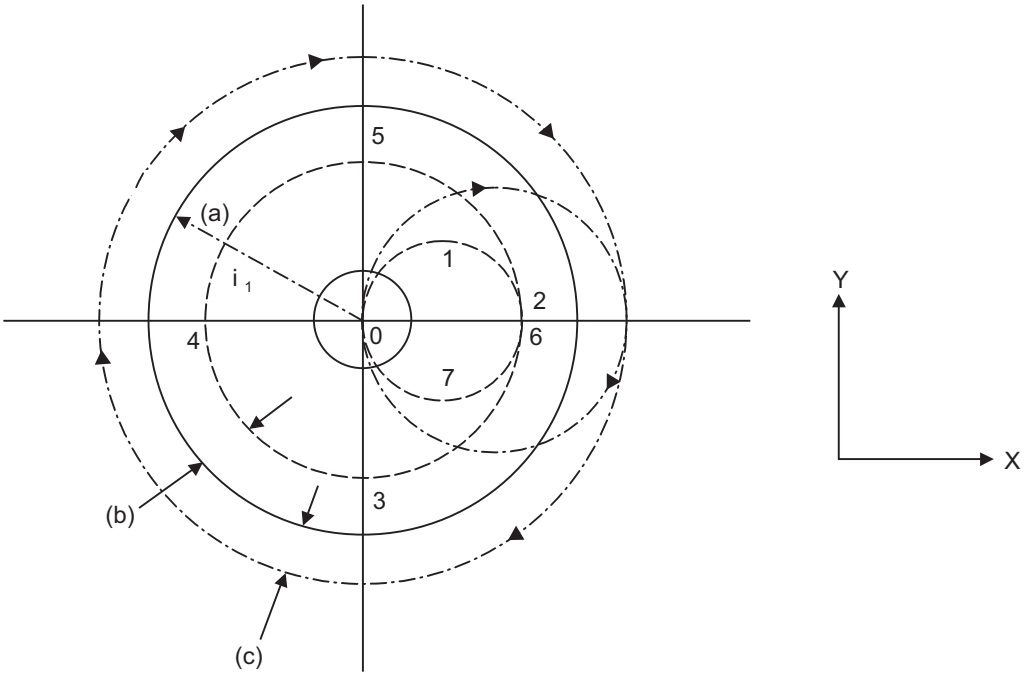
G12 I__ D__ F__ ; ... Резание по окружности по часовой стрелке (CW)

G13 I__ D__ F__ ; ... Резание по окружности против часовой стрелки (CCW)

I	Радиус окружности (инкрементная величина), знак игнорируется
D	Номер смещения (на блоке настройки и индикации номер смещения и данные смещения не отображаются)
F	Скорость подачи

Подробное описание

(1) Знак "+" перед величиной смещения означает уменьшение, а знак "−" означает увеличение.
(2) Резание по окружности выполняется в плоскости G17, G18 или G19, выбранной на данный момент.



— — — — — Знак "+" величина компенсации

—·—·—·— Знак "−" величины компенсации

(a) Радиус окружности

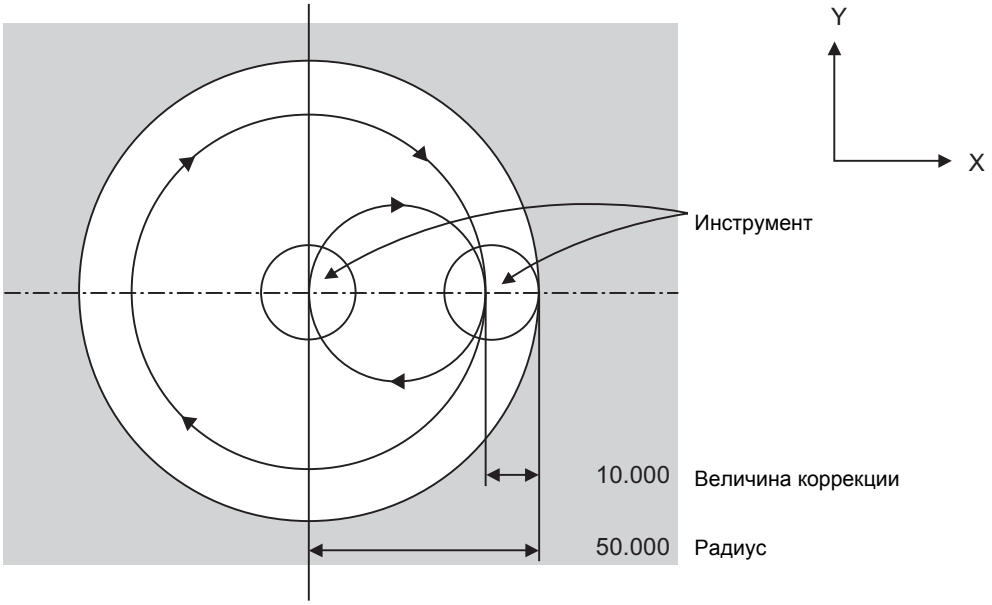
(b) Величина смещения d1 со знаком "+"

(c) Величина смещения d1 со знаком "−"

Для G12 (траектория центра инструмента) 0->1->2->3->4->5->6->7->0
Для G13 (траектория центра инструмента) 0->7->6->5->4->3->2->1->0

Пример программы

(Пример 1) G12 I50.000 D01 F100 ;
Если величина компенсации равна +10.000 мм



Указания

(1) Если номер смещения "D" не задан, или если заданный номер смещения недействителен, возникает ошибка программы (P170).
(2) Если разность [радиус (I) − величина смещения] равна 0 или отрицательна, возникает ошибка программы (P233).
(3) Если команда G12 или G13 задана во время компенсации радиуса (G41, G42), то компенсация радиуса применяется к траектории, которая скомпенсирована на основе D, заданной в кадре с командой G12 или G13.
(4) Если в одном и том же кадре с командой G12 и G13 указан адрес, не включенный в формат команды, возникает ошибка программы (P32). Однако если параметр "#11034" установлен на "1", работа происходит следующим образом:
(a) Ошибка программы не возникает, за исключением случая задания команды "H".
(b)Действительны только адреса "D","F","I" и "M","S","T","B".

13.11 Ввод программируемых параметров ; G10 L70/L50, G11

Принцип действия и назначение

Параметры и установочные данные, которые вводятся с панели оператора, могут быть изменены и из программ обработки детали.

Формат команды

G10 L70 ;
...Команда запуска настройки данных
P__ S__ A__ H□__ ; ..... Битовый параметр
P__ S__ A__ D__ ; ..... Числовой параметр
P__ S__ A__ <цепочка символов> ; ..... Символьная строка ...

P	№ параметра
S	№ частичной системы
A	№ оси
H	Данные
D	Данные
Цепочка символов	

G11 ; ... Отмена режима ввода данных (ввод данных завершен)

(Примечания 1)Последовательность адресов должна соответствовать указанному выше порядку. Если адрес задан два или более раза, то действительна последняя команда.

(Примечания 2)Номер частичной системы устанавливается следующим образом. "1" для 1-й частичной системы, "2" для 2-й частичной системы, и так далее.
Если адрес S пропущен, применяется частичная система выполняемой программы.
Для параметров, общих для частичных систем, задание № частичной системы будет игнорировано.

(Примечания 3)Номер оси устанавливается следующим образом. "1" для 1-й оси, "2" для 2-й оси, и так далее. Если адрес A опущен, то выбирается 1-ая ось. Для параметров, общих для осей, задание № оси будет игнорировано.

(Примечания 4)Адрес H задается в команде в сочетании с настройкой данных (0 или 1) и указанием бита □ (0...7).

(Примечания 5)В команде с адресом D можно задать только десятичный номер. Значение меньше инкремента вводимой настройки (#1003 iunit) округляется до ближайшей величины инкремента.

(Примечания 6)Строка символов должна быть заключена в скобки <>. Если скобки отсутствуют, то возникнет ошибка программирования (P33). Может быть задано до 63 символов.

(Примечания 7)Задавайте команды G10 L70, G11 в независимых кадрах. Если команды задаются не в независимых кадрах, возникает ошибка программы (P33, P421).

G10 L50 ; **P_ N_ H□_ ;** **P_ A_ N_ D_ ;** **P_ A_ N_ S_ ;** **P_ A Номер оси N_ L _ ; ... Команда настройки данных**

P	Главный классификационный номер
N	№ данных
A	№ оси
H	Битовый тип данных
D	Байтовый тип данных
S	Словный тип данных
L	Двухсловный тип данных

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.

С общеосевыми данными Общеосевой битовый параметр ..... P___N___H□___ ; Общеосевой байтовый параметр ..... P___N___D____ ; Общеосевой словный параметр ..... P___N___S____ ; Общеосевой двухсловный параметр ..... P___N___L____ ; С осенезависимыми данными Осенезависимый битовый параметр ..... P___A___N___H□___ ; Осенезависимый байтовый параметр ..... P___A___N___D____ ; Осенезависимый словный параметр ..... P___A___N___S____ ; Осенезависимый двухсловный параметр ..... P___A___N___L____ ;

(Примечания 1)Последовательность адресов должна соответствовать указанному выше порядку.
(Примечания 2)См. "Приложение 1. Ввод параметров программой, таблица соответствия номеров".
(Примечания 3)Для битового параметра тип данных будет H□ (где □ − число между 0 и 7).
(Примечания 4)Номер оси задается следующим способом: 1-я ось равна 1, 2-я ось равна 2, и так далее.
Если используются многочастные системы, 1-я ось в каждой частичной системе устанавливается как 1, 2-я ось устанавливается как 2, и так далее.
(Примечания 5)Задавайте команды G10 L50, G11 в независимых кадрах. Если команды задаются не в независимых кадрах, возникает ошибка программы (P33, P421).

Пример программы

(1) В случае команды G10 L70

G10 L70;	
P6401 H71 ;	Запись "1" в "#6401 bit7".
P8204 S1 A2 D1.234 ;	Записывает "1.234" в параметр "#8204 2-й оси 1-й частичной системы".
P8621 <X> ;	Записывает "X" в "#8621".
G11 ;	

(2) В случае команды G10 L50

G10 L50 ; P8 N1 H21 ; Чтобы включить бит 2 выбора бита #6401 G11 ;

13.12 Макропрерывание ; M96,M97

Принцип действия и назначение

Сигнал пользовательского макропрерывания (UIT) поступает со стороны станка для прерывания выполняемой в данный момент программы. Вместо этого вызывается и выполняется другая программа. Это называется функцией пользовательского макропрерывания. Применение данной функции позволяет достаточно гибко реагировать на изменяющиеся условия.

Формат команды

M96 P__ H__ ; ... Разрешение макропрерывания пользователя

M96 <имя файла> H__ ; ... Разрешение макропрерывания пользователя

M96	Команда макропрерывания пользователя
P	Номер программы прерывания
<Имя файла>	Имя файла Вместо номера программы можно указать имя файла. В этом случае заключите имя файла в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
H	Номер кадра последовательности прерывания

M97 ; ... Запрещение макропрерывания пользователя

M97	Команда завершения макропрерывания пользователя

Подробное описание

Функция пользовательского макропрерывания активируется и дезактивируется запрограммированными командами M96 и M97, которые делают сигнал пользовательского макропрерывания (UIT) действительным или недействительным. 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.
Если пользовательское макропрерывание используется, иной сигнал прерывания (UIT) игнорируется. Сигнал прерывания также игнорируется в режиме запрещения макропрерывания пользователя после задания команды M97 или сброса системы. Команды M96 и M97 обрабатываются внутри как M-коды управления пользовательским макропрерыванием.

Условия деблокировки прерывания

Макропрерывание пользователя активируется только во время выполнения программы. Для макропрерывания пользователя действуют следующие требования:

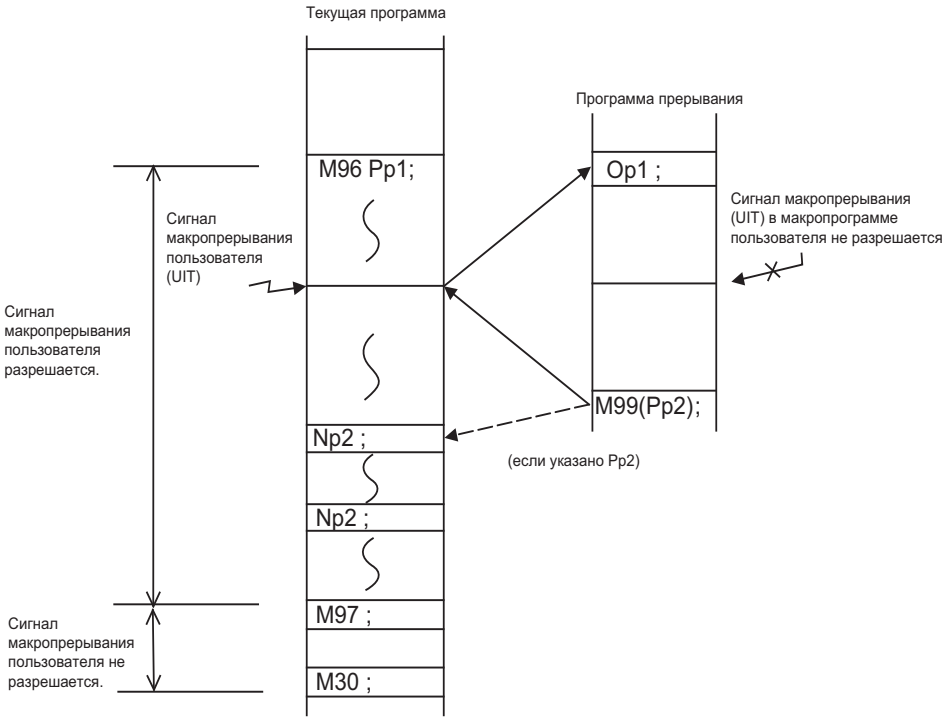
(1) Выбран автоматический режим - MEMORY, MDI или TAPE.
(2) Система отрабатывает программу в автоматическом режиме.
(3) Не выполняется обработка макропрерывания пользователя.

(Примечания 1)Макропрерывание запрещено в ручном режиме - JOG, STEP, HANDLE, и т.д.)

Схема операции

(1) Если сигнал пользовательского макропрерывания (UIT) поступил после команды M96Pp1 ;, заданной текущей программой, выполняется программа прерывания Op1. После задания команды M99 в программе прерывания управление возвращается основной программе.

(2) Если задана команда M99Pp2 ;, то в кадрах, начиная с кадра за прерванным кадром, и до последнего кадра, происходит поиск последовательности с номером Np2 ;. Таким образом управление возвращается к кадру с номером последовательности Np2, найденному первым в ходе вышеупомянутого поиска.



Тип прерывания

Типы прерывания 1 и 2 можно выбрать при помощи параметра "#1113 INT_2".

[Тип 1]

(1) Когда поступает сигнал прерывания (UIT), система сразу же останавливает перемещение инструмента и прерывает выдержку времени, после чего запускает программу прерывания.

(2) 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.

(3) 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 выполняет команду движения или вспомогательную функцию (MSTB) в программе прерывания только после поступления сигнала FIN.

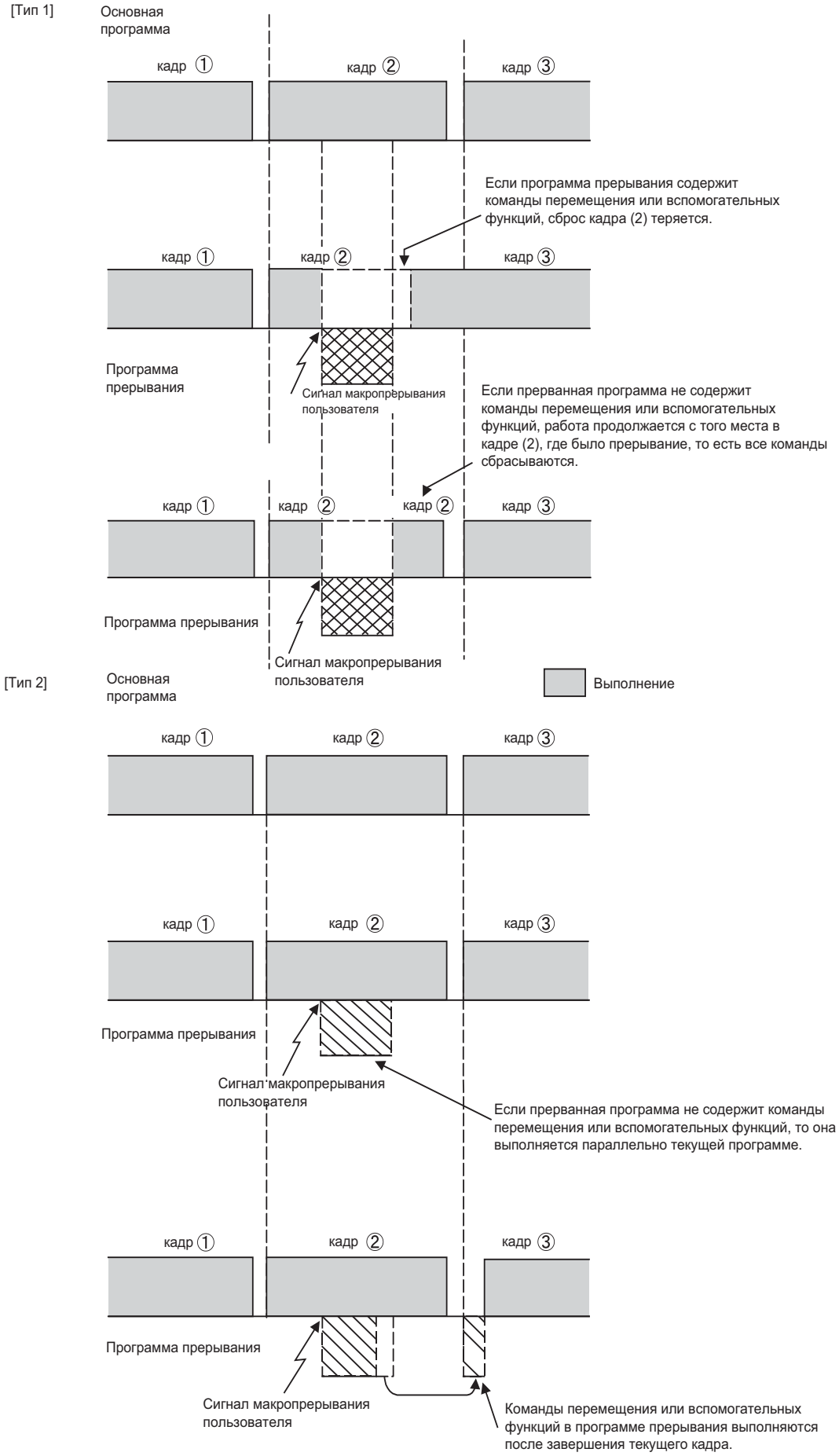
[Тип 2]

(1) Если поступил сигнал прерывания (UIT), программа прерывания выполняется, не прерывая выполнение текущего кадра, параллельно с выполняемым кадром.

(2) Если программа прерывания содержит команды перемещения или вспомогательные функции (MSTB), то эти команды будут выполняться после завершения команд в прерванном кадре.

(3) Если программа прерывания не содержит команду движения или вспомогательную функцию (MSTB), программа прерывания выполняется, не прерывая выполнение текущего кадра.

Однако если программа прерывания не будет завершена к моменту окончания прерванного кадра, система может временно приостановить обработку.


[Тип 1]
Основная программа
кадр ①
кадр ②
кадр ③
Если программа прерывания содержит команды перемещения или вспомогательных функций, сброс кадра (2) теряется.
кадр ①
кадр ②
кадр ③
Программа прерывания
Сигнал макропрерывания пользователя
Если прерванная программа не содержит команды перемещения или вспомогательных функций, работа продолжается с того места в кадре (2), где было прерывание, то есть все команды сбрасываются.
кадр ①
кадр ②
кадр ②
кадр ③
Программа прерывания
Сигнал макропрерывания пользователя
Выполнение
[Тип 2]
Основная программа
кадр ①
кадр ②
кадр ③
кадр ①
кадр ②
кадр ③
Программа прерывания
Сигнал макропрерывания пользователя
Если прерванная программа не содержит команды перемещения или вспомогательных функций, то она выполняется параллельно текущей программе.
кадр ①
кадр ②
кадр ③
Программа прерывания
Сигнал макропрерывания пользователя
Команды перемещения или вспомогательных функций в программе прерывания выполняются после завершения текущего кадра.

Метод вызова

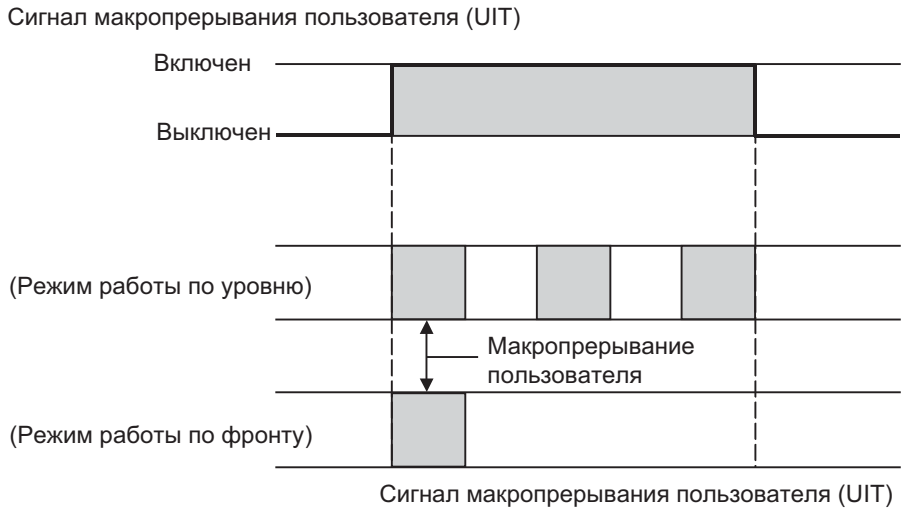
Макропрерывания пользователя разделяются на следующие два типа в зависимости от способа вызова программы прерывания. Эти два типа прерывания выбираются при помощи параметра "#1229 set01/bit0".
Оба типа прерывания повышают счетчик уровней вложения на единицу. Подпрограммы и пользовательские макросы, вызываемые в программе прерывания, также повышают счетчик уровней вложения на единицу.

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
Прерывание типа макроса	Программа пользовательского макропрерывания вызывается как пользовательский макрос. 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.

Прием сигнала пользовательского макропрерывания (UIT)

Сигнал пользовательского макропрерывания (UIT) принимается в двух следующих режимах: Выбор способа определяется параметром "#1112 S_TRG".

Режим работы по уровню	Сигнал пользовательского макропрерывания (UIT) интерпретируется как имеющийся сигнал, если он включен. 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	Сигнал пользовательского макропрерывания (UIT) интерпретируется как имеющийся сигнал только при нарастающем фронте сигнала, то есть в момент включения сигнала. Данный режим нужен для однократного выполнения программы прерывания.



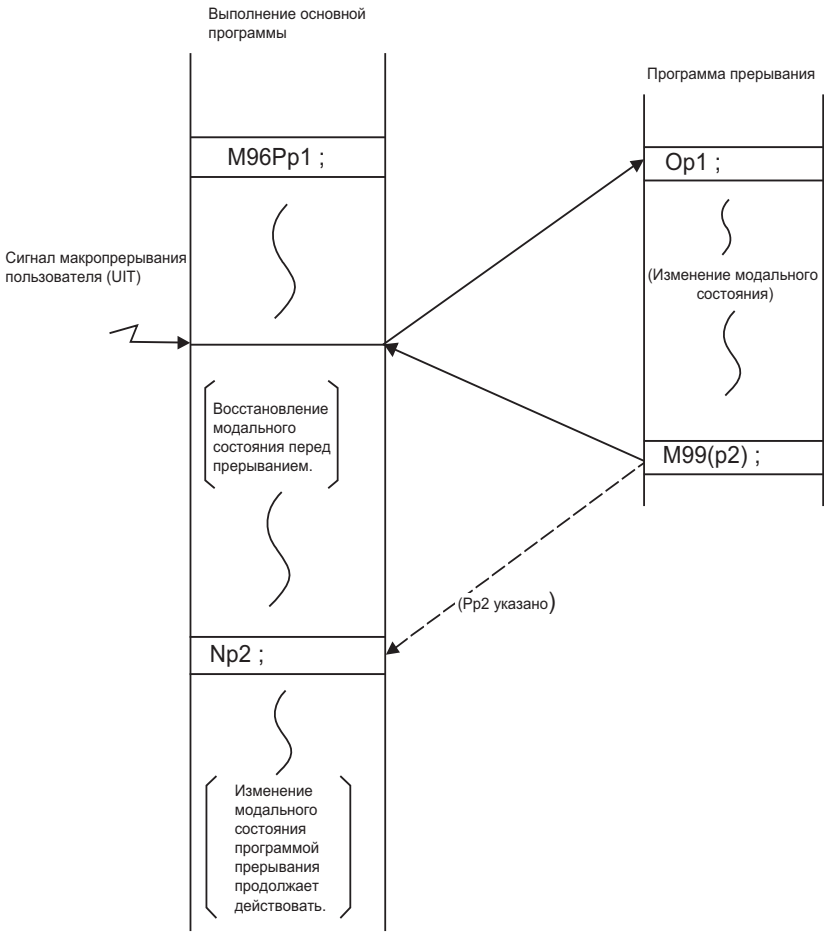
Возврат из пользовательского макропрерывания

M99 (P__) ;
Команда M99 задается в программе прерывания для возврата в основную программу.
Адрес P используется для указания целевого номера последовательности для возврата в основную программу. В кадрах основной программы начиная с кадра, следующего за прерванным кадром, и до последнего кадра, сначала происходит поиск указанного номера последовательности. Если он не найден, поиск продолжается в кадрах перед прерванным. Таким образом, управление передается кадру с номером Np2, который будет найден первым при указанном поиске.
(Это эквивалентно использованию M99P__ после вызова M98.)

Модальная информация, затрагиваемая пользовательским макропрерыванием

Если модальные данные изменяются программой прерывания, то могут быть следующие варианты при передаче управления от подпрограммы к основной программе.

Возврат при помощи M99 ;	Модальная информация, измененная программой прерывания, дезактивируется и восстанавливается первоначальная модальная информация. Однако для типа прерывания 1, если программа прерывания содержит команду движения или вспомогательную функцию (MSTB), исходные модальные данные не восстанавливаются.
Возврат с помощью M99P__ ;	Первоначальная модальная информация, измененная в программе прерывания, остается измененной даже после возврата в основную программу. Это аналогично возврату с помощью M99P__; из программы, вызванной с помощью M98, и т. п.



Изменение модального состояния макропрерыванием пользователя

Модальная информация переменных (#4401...#4520)

При передаче управления программе пользовательского макропрерывания модальную информацию можно считать из системных переменных #4401...#4520.
Действует единица, указанная командой.

Системная переменная	Модальная информация	
#4401 : #4421	Код G (группа 01) : Код G (группа 21)	Некоторые группы не используются
#4507	Код D	
#4509	Код F	
#4511	Код H	
#4513	Код M	
#4514	№ряда	
#4515	Номер программы (примечание 1)	
#4519	Код S	
#4520	Код T	

Вышеуказанные системные переменные доступны только в программе пользовательского макропрерывания.
Если они используются в других программах, возникает ошибка программы (P241).

(Примечания 1)Программы, зарегистрированные как файлы. При прочтении № программы (имени файла) с помощью #4515, строка символов будет преобразована в число.
(Пример 1)
Если имя файла "123" представляет собой цепочку символов 0x31, 0x32, 0x33, численное значение будет (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 файл имеет имя "123ABC", т. е. содержит иные знаки кроме цифр, результат будет "Использование не возможно".

M-код для управления пользовательским макропрерыванием

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.)

Пользовательским макропрерыванием можно управлять с помощью чередующихся M-кодов. Для этого чередующиеся M-коды следует установить в параметрах "#1110 M96_M" и "#1111 M97_M", а также активировать эту настройку с помощью параметра "#1109 subs_M".
(M - функции 03 –97, кроме 30, доступны для данных целей.)

Если параметр "#1109 subs_M", используемый для деблокировки чередующихся M-кодов, не установлен, коды M96 и M97 продолжают действовать для управления пользовательским макропрерыванием.
В любом случае, M-коды для управления пользовательским макропрерыванием обрабатываются внутри и не выводятся наружу.

Параметры

(1) Действительность вызова подпрограммы "#1229 set 01/бит 0"
1: Пользовательское макропрерывание подпрограммного типа
0: Макротип макропрерывания пользователя

(2) Действительность режима триггера состояния "#1112 S_TRG"
1: Режим триггера состояния
0: Режим работы по фронту

(3) Действительность прерывания типа 2 "#1113 INT_2"
1: Программа прерывания выполняется после завершения выполнения текущего кадра. (тип 2)
0: Исполняемые операторы в программе прерывания выполняются перед завершением выполнения текущего кадра. (Тип 1)

(4) Действительность чередующихся М-кодов для управления пользовательским макропрерыванием "#1109 subs_M"
1: Действительно
0: Недействительно

(5) Чередующиеся М-коды для пользовательского макропрерывания
М-код активации прерывания (эквивалентный М96) "#1110 M96_M"
М-код дезактивации прерывания (эквивалентный М97) "#1111 M97_M"

Указания

(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 прерывание произошло во время выполнения компенсации радиуса инструмента, то в команде должен быть указан номер последовательности (M99P__;) для возврата из программы пользовательского макропрерывания. Если номер последовательности не указан, невозможен штатный возврат в основную программу.13.17.

13.13 Возврат в позицию смены инструмента ; G30.1 - G30.6

Принцип действия и назначение

Указав позицию смены инструмента в параметре "#8206 Смена инструмента", а также команду возврата в позицию смены инструмента в программе обработки, инструмент можно заменить в наиболее подходящей позиции. Оси, которые должны выйти в позицию смены инструмента, а также очередность, в которой будет происходить выход, могут быть заданы командами.

Формат команды

G30.n ; ... Возврат в позицию смены инструмента

n = 1...6: Определение осей, которые выходят в позицию смены и очередность, в которой будет производиться выход.

Подробное описание

Команды и порядок возврата указаны ниже.

Команда	Очередность возврата
G30,1	Ось Z -> ось X − ось Y (-> дополнительная ось)
G30,2	Ось Z -> ось X -> ось Y (-> дополнительная ось)
G30,3	Ось Z -> ось Y -> ось X (-> дополнительная ось)
G30,4	Ось X -> ось Y − ось Z (-> дополнительная ось)
G30,5	Ось Y -> ось X − ось Z (-> дополнительная ось)
G30,6	Ось X − ось Y − ось Z (-> дополнительная ось)

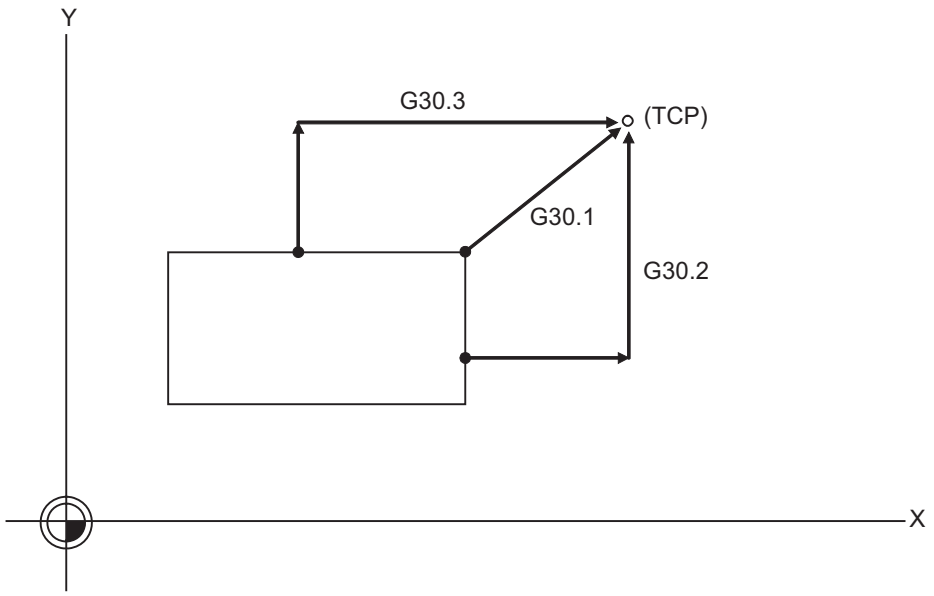
(Примечания 1)Стрелка (->) показывает очередность осей, начинающих возврат. Черточка (−) означает, что оси начинают возврат одновременно. (Пример: "Ось Z -> ось X − ось Y" означает, что сначала в позицию смены инструмента возвращается ось Z, а затем одновременно возвращаются оси X и Y.)

(1) 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 завершиться возврат стандартной оси (смотри приведенную выше таблицу).
Дополнительная ось в отдельности не может вернуться в позицию смены инструмента.

(2) Если адрес оси задан в одном и том же кадре с командой возврата в позицию смены инструмента, возникает ошибка программы (P33).

Пример операции

На рисунке ниже показан пример движения инструмента при выполнении команды возврата в позицию смены инструмента.
(На рисунке отражены только движения осей X и Y при выполнении команд G30.1...G30.3.)

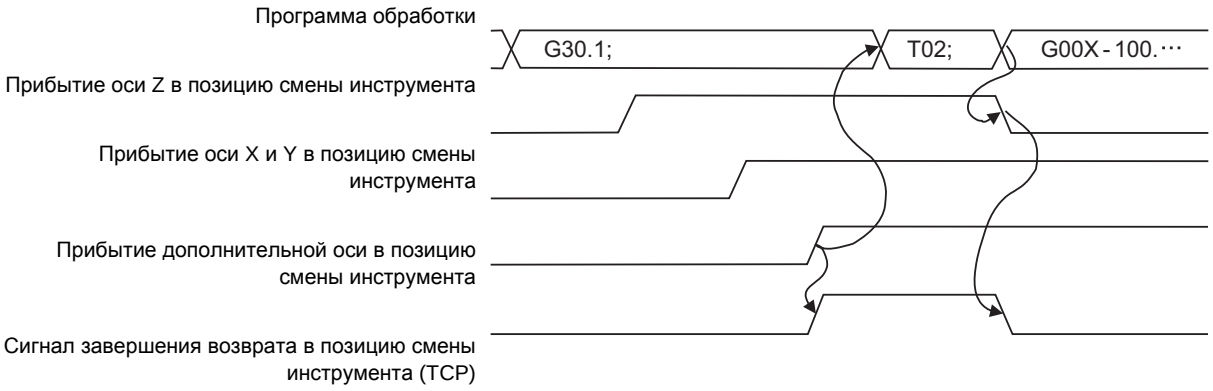


TCP : Позиция смены инструмента

(1) Команда G30,1: Сначала в позицию смены инструмента возвращается ось Z, а затем одновременно оси X и Y. (Если для добавленной оси включен возврат в позицию смены инструмента, добавленная ось также возвращается в позицию смены инструмента после того, как позиции смены инструмента достигли оси X, Y и Z.)
(2) Команда G30,2: Ось Z возвращается в позицию смены инструмента, затем такой же возврат совершает ось X. После этого в позицию смены инструмента возвращается ось Y. (Если для добавленной оси включен возврат в позицию смены инструмента, добавленная ось также возвращается в позицию смены инструмента после того, как позиции смены инструмента достигли оси X, Y и Z.)
(3) Команда G30,3: Ось Z возвращается в позицию смены инструмента, затем такой же возврат совершает ось X. После этого в позицию смены инструмента возвращается ось X. (Если возврат в позицию смены инструмента включен для добавленной оси, то добавленная ось также возвращается в позицию смены инструмента после того, как оси X и Z достигли позиции смены инструмента.)
(4) Команда G30,4: Сначала в позицию смены инструмента возвращается ось X, а затем одновременно оси Y и Z. (Если возврат в позицию смены инструмента включен для добавленной оси, то добавленная ось также возвращается в позицию смены инструмента после того, как оси X, Y и X достигли позиции смены инструмента.)
(5) Команда G30.5: Сначала в позицию смены инструмента возвращается ось Y, а затем одновременно оси X и Z. (Если для добавленной оси включен возврат в позицию смены инструмента, добавленная ось также возвращается в позицию смены инструмента после того, как позиции смены инструмента достигли оси X, Y и Z.)
(6) Команда G30.6: Оси X, Y и Z возвращаются в позицию смены инструмента одновременно. (Если для добавленной оси включен возврат в позицию смены инструмента, добавленная ось также возвращается в позицию смены инструмента после того, как позиции смены инструмента достигли оси X, Y и Z.)

(7) После того, как все необходимые оси вернулись в позицию смены инструмента по команде G30.n, включается сигнал TCP "Возврат в позицию смены инструмента завершен" (XC93). Если какая-либо из осей, возвращенных в позицию смены инструмента по команде G30.n, вышла из позиции смены инструмента, сигнал TCP выключается.
Например, при команде G30.1 сигнал TCP включается, если ось Z достигла позиции смены инструмента после того, как позиции смены инструмента достигли оси X и Y (и после того, как в позицию смены инструмента вернулась дополнительная ось, если активирован и возврат в позицию смены инструмента для дополнительных осей). Затем сигнал TCP выключается, если ось X или Y покинула позицию. Если с помощью параметра "#1092 Tchg_A" активирован возврат в позицию смены инструмента для дополнительных осей, то сигнал TCP включается после того, как вслед за стандартными осями позиции смены инструмента достигла и дополнительная ось (или дополнительные оси). Затем сигнал выключается, если одна из осей X, Y, Z и дополнительных осей покинула свою позицию.

[Диаграмма вывода сигнала TCP] (Команда G30.1 с активированным возвратом в позицию смены инструмента для дополнительных осей)



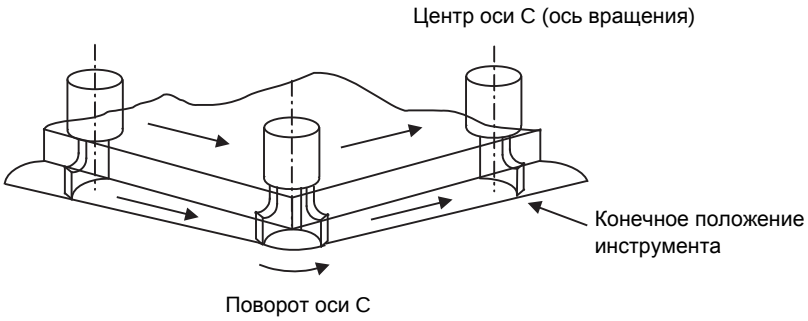
(8) Если задана команда возврата в позицию смены инструмента, то данные смещения инструмента (смещение длины инструмента, компенсация радиуса инструмента) для перемещенной оси отменяются.

(9) 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.

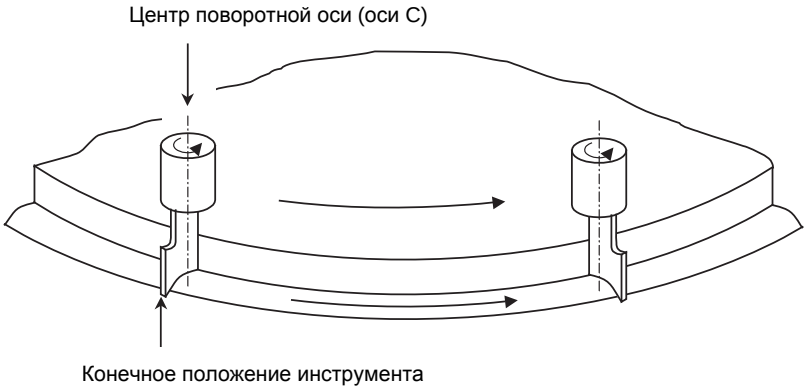
13.14 Управление нормалью ; G40.1/G41.1/G42.1

Принцип действия и назначение

Если ось C установлена как управляемая ось нормали, то поворот оси C (поворотная ось) управляется так, чтобы во время работы программы инструмент был постоянно обращен вдоль нормали к траектории движения, образуемой командой для осей XY.
На стыках кадров ось C поворачивается так, чтобы инструмент был обращен вдоль нормали в начальной точке следующего кадра.



Во время дуговой интерполяции поворот оси управляется синхронизированно с дуговой интерполяцией.



Функции управления нормалью I и II различаются по направлению поворота оси C во время управления нормалью. Это устанавливается с помощью параметров.

Тип управления нормалью	Направление поворота	Скорость поворота	Скорость поворота при дуговой интерполяции
Тип I (#1524 C_type =0)	Направление, при котором поворот происходит на 180° или менее (направление кратчайшего пути)	Скорость параметра (#1523 C_feed)	Скорость, если F-команде соответствует запрограммированная траектория
Тип II (#1524 C_type =1)	Всегда направление, заданное в команде	Скорость подачи	Скорость, если F-команде соответствует вершина инструмента

Формат команды

G40.1 X__ Y__ F__ ; ... Отмена управления нормалью

G41.1 X__ Y__ F__ ; ... Включение управления нормалью слева

G42.1 X__ Y__ F__ ; ... Включение управления нормалью справа

X	Координата конечной точки оси X
Y	Координата конечной точки оси Y
F	Скорость подачи

Номер оси для управления нормалью указывается в параметре (#1522 C_axis). Управляется нормаль по отношению к направлению движения осей, выбирающих плоскость.
Плоскость G17: оси X-Y
Плоскость G18: оси Z-X
Плоскость G19: оси Y-Z

Подробное описание

Определение направления поворота оси C

Если инструмент обращен в направлении "+" оси X, то угол оси C равен 0° (градусов).
В этом случае поворот против часовой стрелки является поворотом в направлении "+" (плюс), а поворот по часовой стрелке − поворотом в направлении "−" (минус).

Операция поворота оси C по отношению к команде движения

(1) Запуск
После того, как ось нормали повернулась под прямым углом к направлению продвижения в начальной точке кадра с командой управления нормалью, начинает движение ось выбора плоскости. Учитывайте, что вне зависимости от типа управления нормалью (I или II) при запуске ось нормали поворачивается в направлении, при котором угол поворота равен 180° или меньше (направление кратчайшего пути).

(2) Во время режима управления нормалью
(a) Стык кадров

Без компенсации радиуса инструмента	После поворота оси C под прямым углом к определяющему плоскость движению в следующем кадре, выполнение программы переходит к следующему кадру.
С компенсацией радиуса инструмента	Если применяется компенсация радиуса инструмента, то управление нормалью выполняется по отношению к траектории, к которой применена компенсация радиуса инструмента.

(b) Во время движения кадра
Во время линейной команды угол оси C сохраняется неизменным и ось C не поворачивается. Во время команды дуги ось C поворачивается синхронизированно с действием дуговой интерполяции.

(3) Отмена
Ось C не поворачивается и ось, определяющая плоскость, перемещается по команде программы.

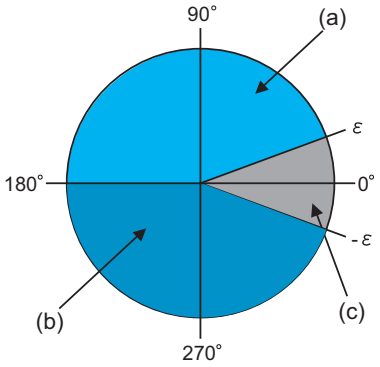
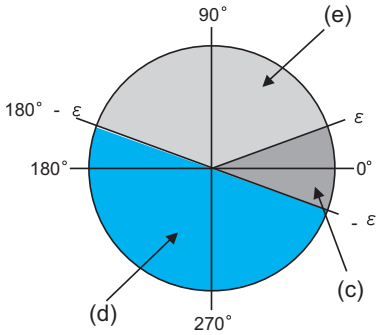
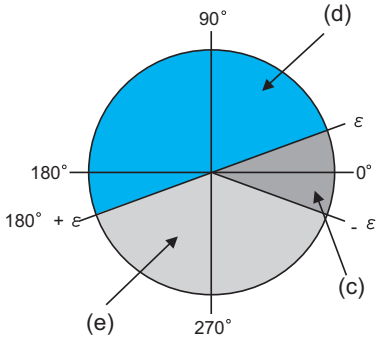
Временная отмена управления нормалью

Во время управления нормалью операция поворота оси нормали не выполняется на стыке между кадром и следующим кадром, в котором величина перемещения меньше настройки параметра (#1535 C_leng).

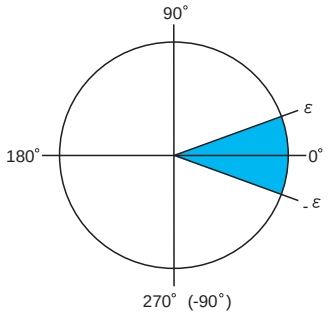
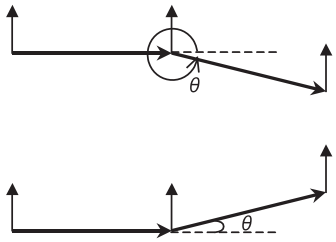
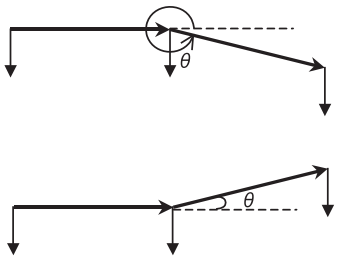
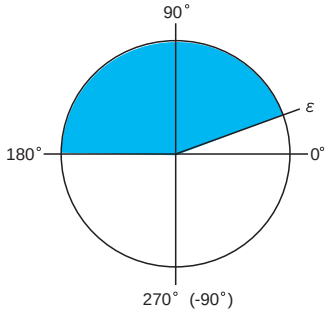
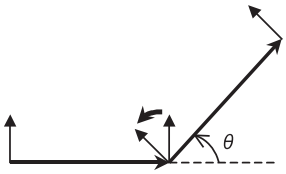
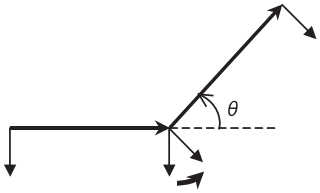
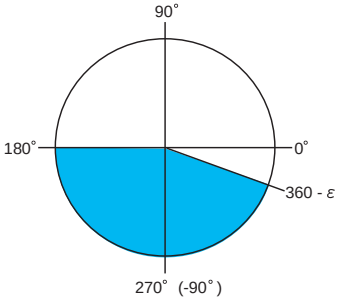
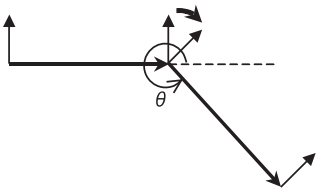
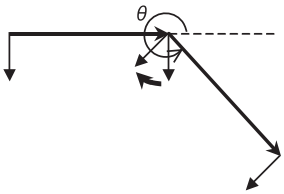
(Примечание)Если длина сегмента равна настройке параметра (#1535 C_leng), то операция поворота может либо выполняться, либо не выполняться (так как шаги обработки образуются в результате расчета точки пересечения двух сегментов).

Направление поворота оси управления нормалью на стыке кадров

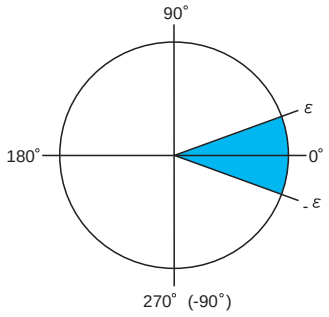
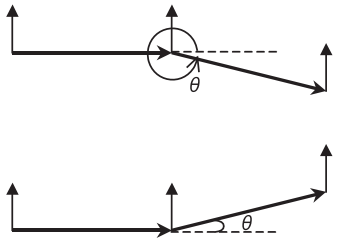
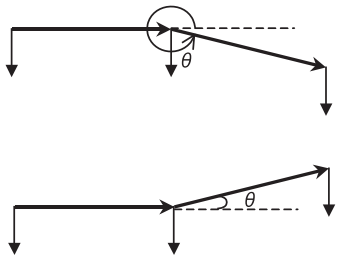
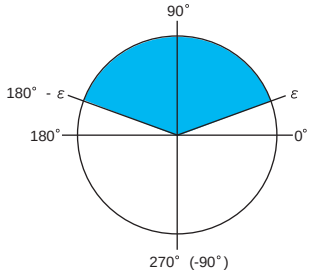
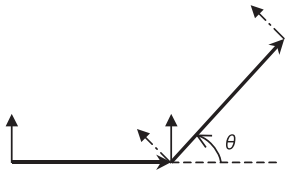
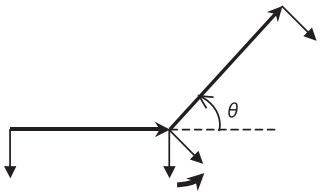
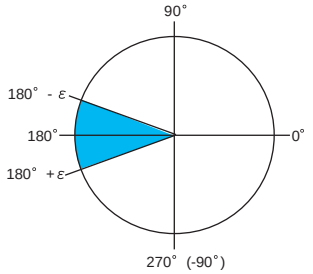
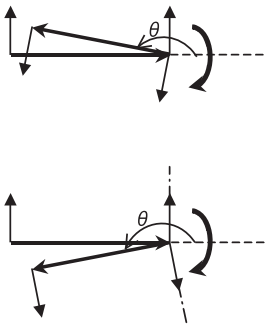
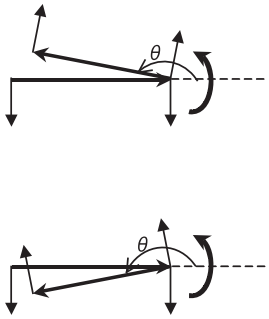
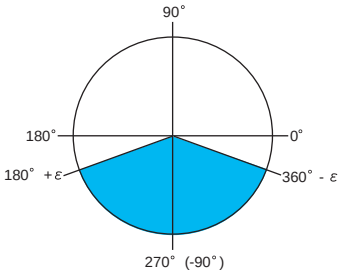
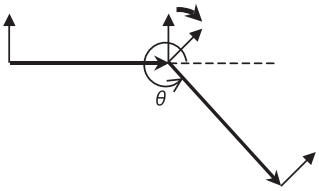
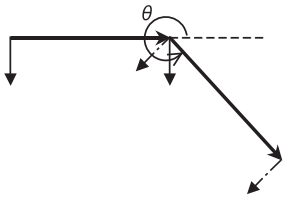
Направление поворота управляемой оси нормали на стыке кадров различается в зависимости от типа управления нормалью (тип I или II). Угол поворота ограничивается углом ε, настроенным в параметре (#1521 C_min).

Элемент	Управление нормалью, тип I	Управление нормалью, тип II
Направление поворота оси управления нормалью на стыке кадров	Направление, при котором угол поворота равен 180° или менее. (направление кратчайшего пути)	G41,1 : направление "−" (по часовой стрелке) G42.1 : направление "+" (против часовой стрелки)
Угол поворота управляемой оси нормали на стыке кадров	Если − | θ | < ε, поворот не выполняется. θ : угол поворота ε : параметр (#1521 C_min) − Если угол поворота равен 180°, то направление поворота является неопределенным вне зависимости от режима команды. [G41.1/G42.1 Если ось нормали находится в положении 0°]  (a) поворот оси нормали (против часовой стрелки) (b) поворот оси нормали (по часовой стрелке) (c) поворот не происходит	Если − | θ | < ε, поворот не выполняется. θ : угол поворота ε : параметр (#1521 C_min) В следующих случаях возникает ошибка операции (0118): <Для G41.1> ε < = θ < 180° − ε <Для G42.1> 180° + ε < θ < = 360° − ε [G41.1 Если ось нормали находится в положении 0°]  [G42.1 Если ось нормали находится в положении 0°]  (c) поворот не происходит (d) поворот оси нормали (e) ошибка операции (0118)

(1) Управление нормалью, тип I

Угол поворота управляемой оси нормали на стыке кадров: θ	**G41,1**	**G42,1**
1. -ε < θ < ε 	 Поворот не происходит	 Поворот не происходит
2. ε <= θ < 180° 		
3. 180° <= θ <= 360°- ε 	 Направление кратчайшего пути	 Направление кратчайшего пути

(2) Управление нормалью, тип II

Угол поворота управляемой оси нормали на стыке кадров: θ	G41,1	G42,1
1. -ε < θ < ε 	 Поворот не происходит	 Поворот не происходит
2. ε < = θ < 180°- ε 	 Ошибка операции 0118 (примечание)	
3. 180° - ε <= θ <= 180° + ε 		
4. 180° + ε < θ <= 360° - ε 		 Ошибка операции 0118 (примечание)

(Примечание)Если ось поворачивается в направлении команды, то она поворачивается внутрь детали. Поэтому возникает ошибка операции.

Скорость поворота оси C

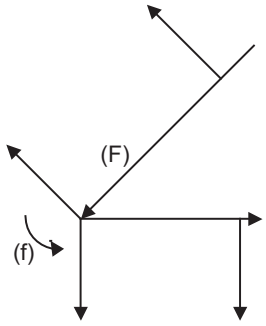
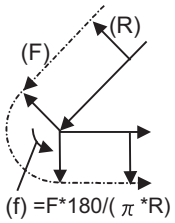
Скорость поворота на стыке кадров (выбор типа I или II)

(1) Скорость поворота оси при управлении нормалью на стыке кадров

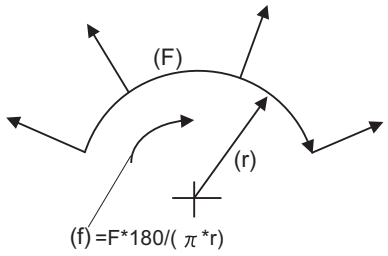
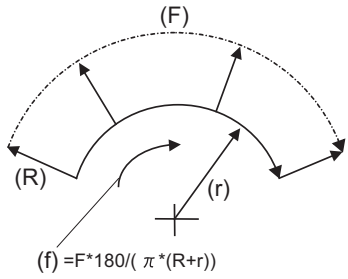
(a) Быстрый ход

Управление нормалью, тип I	Управление нормалью, тип II
- Холостой прогон выключен Применяется скорость быстрого хода (#2001 rapid). Скорость поворота оси при управлении нормалью f = скорость быстрого хода * (подмена быстрого хода) (°/мин)	- Холостой прогон выключен Скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * 180/(π * R) * (подмена быстрого хода) (°/мин) Для случая R =0 применяется следующее выражение. Скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * (подмена быстрого хода) (°/мин) F: скорость быстрого хода (#2001 rapid) (мм/мин) R: параметр (#8041 C-rot.R) (мм) (длина от центра оси управления нормалью до вершины инструмента) (Примечание 1) Если скорость поворота управляемой оси нормали превышает скорость быстрого хода (#2001 rapid), то применяется скорость быстрого хода.
- Холостой прогон включен Применяется скорость ручной подачи. Скорость поворота оси при управлении нормалью f = ручная скорость подачи * (подмена подачи резания) (°/мин) (Примечание 1) Если параметр "ручная подмена задействована" включен, действует подмена подачи резания. (Примечание 2) Если скорость поворота управляемой оси нормали превышает фиксированную скорость подачи резания (#2002 clamp), применяется фиксированная скорость подачи резания. (Примечание 3) Если включен быстрый ход, холостой прогон недействителен.	- Холостой прогон включен Скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * 180/(π * R) * (подмена подачи резания) (°/мин) Для случая R =0 применяется следующее выражение. скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * (подмена подачи резания) (°/мин) F: ручная скорость подачи (мм/мин) R: параметр (#8041 C-rot.R) (мм) (длина от центра оси управления нормалью до вершины инструмента) (Примечание 1) Если параметр "ручная подмена задействована" включен, действует подмена подачи резания. (Примечание 2) Если скорость поворота управляемой оси нормали превышает скорость быстрого хода (#2001 rapid), применяется скорость быстрого хода. (Примечание 3) Если включен быстрый ход, холостой прогон недействителен.

(b) Подача резания

Управление нормалью, тип I	Управление нормалью, тип II
- Холостой прогон выключен Применяется скорость поворота управляемой оси нормали, настроенная в параметре (#1523 C_feed). Скорость поворота оси при управлении нормалью f = параметр (#1523 C_feed) * (подмена подачи резания) (°/мин) − Холостой прогон включен (быстрый ход включен) Применяется фиксированная скорость подачи резания (#2002 clamp). Скорость поворота оси при управлении нормалью f = фиксированная скорость подачи резания (°/мин) − Холостой прогон включен (быстрый ход выключен) Применяется скорость ручной подачи. Скорость поворота оси при управлении нормалью f = ручная скорость подачи * (подмена подачи резания) (°/мин) (Примечание 1) Если параметр "ручная подмена задействована" включен, действует подмена подачи резания. (Примечание 2) Если скорость поворота управляемой оси нормали превышает фиксированную скорость подачи резания (#2002 clamp), применяется фиксированная скорость подачи резания.  	Скорость подачи вершины инструмента представляет собой F-команду. Скорость поворота управляемой оси нормали − это скорость оси нормали, соответствующая этой F-команде. Скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * 180/(π * R) * (подмена подачи резания) (°/мин) Для случая R = 0 применяется следующее выражение. Скорость поворота оси при управлении нормалью f= F (°/мин) F: команда скорости подачи (мм/мин) R: параметр (#8041 C-rot.R) (мм) (длина от центра оси управления нормалью до вершины инструмента) (Примечание 1) Если скорость поворота управляемой оси нормали превышает фиксированную скорость подачи резания (#2002 clamp), применяется фиксированная скорость подачи резания. (Примечание 2) Если холостой прогон включен, то скорость поворота управляемой оси нормали вычисляется на основе того же выражения, что и быстрый ход. 

(2) Скорость поворота оси при управлении нормалью во время круговой интерполяции

Управление нормалью, тип I	Управление нормалью, тип II
Скорость поворота управляемой оси нормали − это скорость вращения, полученная на основе скорости подачи F. Скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * 180/(π * r) (°/мин) F : скорость команды подачи (мм/мин) r : радиус дуги (мм) 	Скорость подачи вершины инструмента представляет собой F-команду. Скорость поворота управляемой оси нормали − это скорость вращения, соответствующая этой F-команде. Скорость поворота оси при управлении нормалью f = F * 180/(π * (R + r)) (°/мин) F : скорость команды подачи (мм/мин) R : параметр (#8041 C-rot. R) (мм) длина от центра оси управления нормалью до вершины инструмента r : Радиус дуги (мм) 

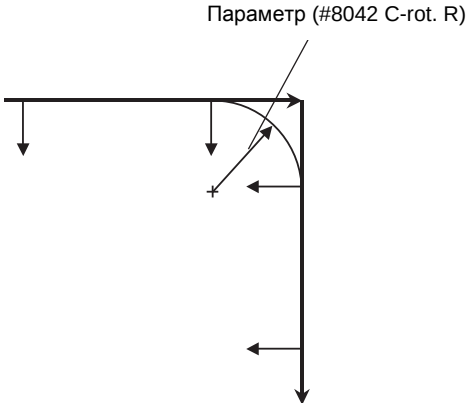
(Примечания 1)Если скорость поворота управляемой оси нормали превышает фиксированную скорость подачи резания (#2002 clamp), то скорость будет следующей:

− скорость поворота оси при управлении нормалью = фиксированная скорость подачи резания.

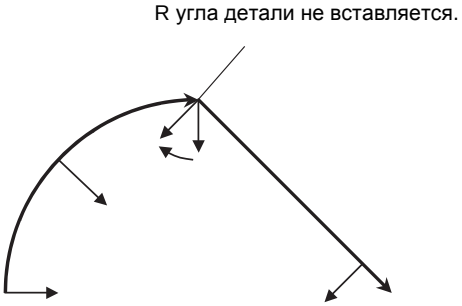
- Скорость перемещения во время дуговой интерполяции = скорость в соответствии со скоростью поворота управляемой оси нормали

Функция автоматического вставления дуги на углу детали

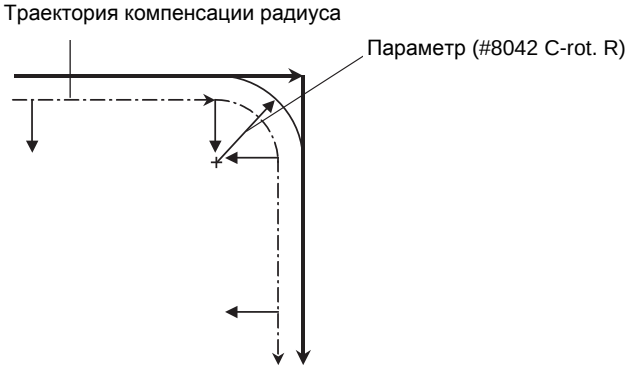
Во время управления нормалью дуга автоматически вставляется на углу детали для движения оси выбора плоскости. Эта функция действительна для управления нормалью типа I.
Радиус вставляемой дуги устанавливается в параметре (#8042 C-ins.R).
Этот параметр можно считать и записать с помощью переменной #1901 макроса.
Управление нормалью выполняется также во время интерполяции для вставляемой дуги.



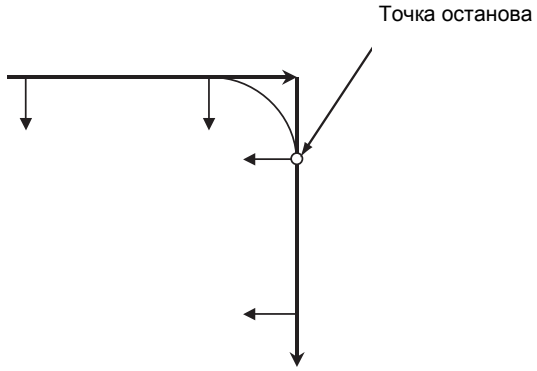
<Дополнения>
- Дуга не вставляется в прямую линию, которая короче чем кадр "прямая − дуга", кадр "дуга − дуга", кадр "прямая − без движения", кадр "без движения − прямая" или радиус дуги.



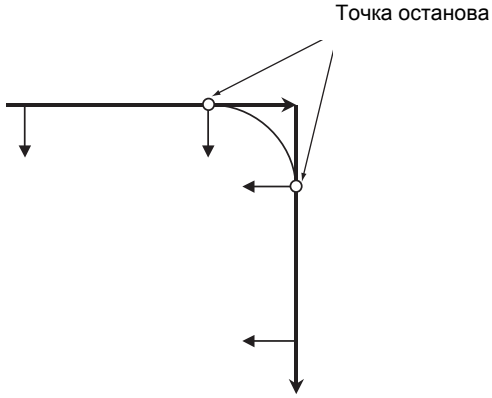
- Во время компенсации радиуса компенсация применяется к траектории с вставленной дугой.



- Точка покадрового останова и блокировка запуска кадра устанавливаются следующим образом.



Блокировка запуска резки имеет следующую точку останова.



Связь с другими функциями

Название функции	Примечания
Однонаправленное позиционирование	Управление нормалью не применяется.
Винтовая резка	Управление нормалью обычно применяется.
Спиральная интерполяция	Начальная и конечная точка не находятся на одной и той же дуге, поэтому управление нормалью действует неправильно.
Контроль точного останова	Для движения поворота оси нормали работа не замедляется и не останавливается.
Обнаружение ошибок	К движению поворота оси нормали функция обнаружения ошибок не применяется.
Ручная коррекция	К движению поворота оси нормали подмена применяется.
Поворот координат с помощью программы	Управление нормалью применяется к форме, получаемой после поворота координат.
Масштабирование	Управление нормалью применяется к форме после масштабирования.
Зеркальное отображение	Управление нормалью применяется к форме после зеркального отображения.
Нарезание резьбы	Управление нормалью не применяется.
Автоматический возврат в референтную точку	Управление нормалью не применяется.
Возврат в начальную позицию	Управление нормалью не применяется к движению в среднюю точку. Если параметр базовой спецификации "#1086 G0Intp" выключен, то управление нормалью применяется к движению из средней точки в позицию, указанную в программе.
Высокоточное управление	Подача этой команды во время управления нормалью не возможна. Возникает ошибка программы (P29). Во время высокоточного управления задать команду управления нормалью не возможно. Возникает ошибка программы (P29).
Сплайн	Подача этой команды во время управления нормалью не возможна. Возникает ошибка программы (P29). Во время сплайна задать команду управления нормалью не возможно. Возникает ошибка программы (P29).
Высокоскоростное высокоточное управление I/II	Подача этой команды во время управления нормалью не возможна. Возникает ошибка программы (P29). Во время высокоскоростного высокоточного управления I/II задать команду управления нормалью не возможно. Возникает ошибка программы (P29).
Цилиндрическая интерполяция	Подача этой команды во время управления нормалью не возможна. Возникает ошибка программы (P486). Во время цилиндрической интерполяции задать команду управления нормалью не возможно. Возникает ошибка программы (P481).
Смещение системы координат заготовки	Изменение системы координат детали во время управления нормалью не возможно. Возникает ошибка программы (P29). Ввод параметров с помощью программы (G10L2) не возможен. Возникает ошибка программы (P29).
Смещение локальной системы координат	Во время управления нормалью изменить локальную систему координат не возможно. Возникает ошибка программы (P29).
Перезапуск программы	Перезапуск программы, содержащей команду управления нормалью, не возможен. Выводится сообщение "E98 CAN'T RESEARCH".
Холостой ход	По сигналу холостого прогона скорость подачи изменяется даже в отношении движения поворота оси нормали.
Отрезание	Во время команды отрезания ось не может использоваться в качестве оси нормали.
Графическая проверка	Участок поворота, осуществленного функцией управления нормалью, не вычерчивается. Оси, подлежащие контролю prog0801013000_check, вычерчиваются.
G00 без интерполяции	Управление нормалью не применяется.
Интерполяция полярных координат	Задание этой команды во время управления нормалью не возможна. Возникает ошибка программы (P486). Во время интерполяции полярных координат задание команды управления нормалью не возможно. Возникает ошибка программы (P481).
Экспоненциальная интерполяция	Если ось нормали совпадает с осью вращения экспоненциальной интерполяции, возникает ошибка программы (P612). Если они различаются, ошибка не возникает, однако управление нормалью не применяется.
Выбор плоскости	Задание этой команды во время управления нормалью не возможна. Возникает ошибка программы (P903).
Системная переменная	Во время управления нормалью не может быть получена правильная конечная координата кадра (#5001 -) для оси нормали.

Указания

(1) Во время управления нормалью координаты программы обновляются в соответствии с движением оси нормали. Таким образом, программируйте управление нормалью в системе координат программы.

(2) Ось нормали останавливается в начальной позиции поворота в покадровом режиме, режиме блокировки запуска кадра резки и режиме блокировки запуска кадра.

(3) Во время управления нормалью команда движения оси C игнорируется.

(4) Во время управления нормалью для оси C (во время модального действия команд G41.1 и G42.1) не может быть задана команда перезаписи смещения детали для оси C (G92C_;). Если такая команда задана, возникает ошибка программы (P901).

(5) Если зеркальное отображение применяется к 1-й оси или 2-й оси, направление управления нормалью изменяется на противоположное.

(6) В качестве оси нормали укажите поворотную ось (параметр (#1522 C_axis)). Укажите ось, не дублирующуюся с осью плоскости, в отношении которой выполняется управление нормалью. Если указана недействительная ось, то при подаче команд (G40.1, G41.1, G42.1) возникает ошибка программы (P902). Ошибка программы (P902) при задании команды возникает также в случае, если параметр (#1522 C_axis) установлен на "0".

(7) В зависимости от модели, эта функция может оказаться неприменимой.

(8) Движение оси нормали засчитывается как одна ось из количества одновременно управляемых осей контурного управления. Если в результате движения оси нормали количество одновременно управляемых осей контурного управления превышает диапазон спецификации, возникает ошибка программы (P10).

13.15 Высокоточное управление ; G61.1,G08

Принцип действия и назначение

Эта функция служит для уменьшения ошибки, вызванной погрешностью системы управления во время обработки на станке. Режим высокоточного управления может быть активирован либо с помощью параметра, либо с помощью команды с G-кодом, включающей первоначальное высокоточное управление.

Если используется обычное управление, возникают следующие проблемы:

(1) Скругление углов детали, происходящее на линейных и соединенных линиями углах, так как движение следующей команды запускается перед завершением предыдущей команды. (рис. 1)

(2) При выполнении круговых команд возникает ошибка, сдвигающая фактическую траекторию внутрь по отношению к траектории команды (получается круговой контур меньшего размера). (рис. 2)

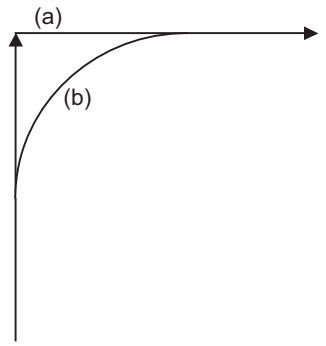


Рис. 1 Закругление на линейных углах детали

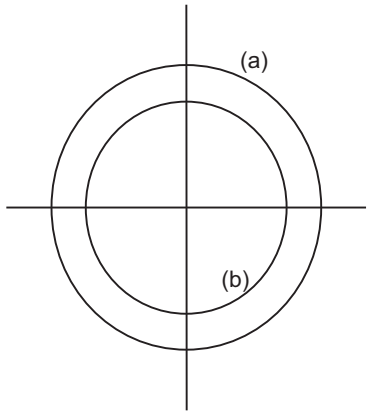


Рис. 2 Ошибка уменьшенного радиуса в круговых командах

(a) Траектория, заданная в команде (b) Фактическая траектория

Эта функция использует следующие шесть функций, чтобы свести к минимуму возрастание времени обработки и при этом уменьшить ошибку формы.

(1) доинтерполяционное ускорение/замедление (линейное ускорение/замедление)
(2) оптимальное управление скоростью
(3) интерполяция векторной точности
(4) упреждение
(5) управление скоростью на входе в дугу и выходе из дуги
(6) фильтр S-образной характеристики

Формат команды

G61.1 F__ ; ... Режим управления с высокой точностью включен

F	Команда скорости подачи

Режим высокоточного управления активируется начиная с кадра, содержащего команду G61.1. Эта функция действует только в отношении первой частичной системы.
Режим высокоточного управления "G61.1" отменяется одним из G-кодов группы 13.
Кроме того, он отменяется в результате подачи команды G08 P1.
- G61 (Режим контроля точного останова)
- G62 (Автоматическая подмена в углу детали)
- G63 (Режим нарезания резьбы метчиком)
- G64 (Режим резания)
- G08 P1 (Режим высокоточного управления)

G08 P1 ; ... Запуск режима высокоточного управления

G08 P0 ; ... Отмена режима высокоточного управления

Режим высокоточного управления "G08 P1" отменяется в результате задания адреса P0.
Задавайте команду G08P_ в независимом кадре.
Десятичные разряды за десятичной точкой в адресе P игнорируются.

(Примечание)Команда G08 относится к группе "0" и имеет приоритет над G-кодами группы 13. После подачи команды "G08 P1" G-код группы 13 автоматически изменяется на режим G64 (резка). Другие команды группы "13" вызывают ошибку.
Даже если режим высокоточного управления отменен командой "G08 P0", режим G64 (резка) не изменяется.
Чтобы вернуться к функции G-кода группы "13", если задана команда "G08 P1", подайте требуемую команду еще раз после отмены режима высокоточного управления.

Подробное описание

(1) Команда скорости подачи (F) фиксируется на величине, настроенной в параметре "#2110 Clamp (H-precision)" (фиксированная скорость подачи резания для режима высокоточного управления).
(2) Скорость быстрого хода соответствует настройке параметра "#2109 Rapid(H-precision)" (скорость быстрого хода во время режима высокоточного управления).
(3) Если параметр ″#2109 Rapid(H-precision)″ установлен на ″0″, то движение происходит на скорости, настроенной в параметре ″2001 rapid″ (скорость быстрого хода). Кроме того, если параметр "#2110 Фиксация (высокая точность)" установлен на "0", скорость фиксируется на настроенном в параметре значении "#2002 clamp" (фиксированная скорость резания).

(4) Удержание модального состояния режима высокоточного управления различается в зависимости от сочетания настроек параметров базовой спецификации "#1151 rstint" (первоначальное состояние − сброс) и "#1148 I_G611" (первоначальное состояние − высокоточное управление).

Параметр		Состояние по умолчанию	Сброс		
Первоначальное состояние − сброс (#1151)	**Первоначальное состояние − высокоточное управление (#1148)**	**Питание ВКЛ**	**Сброс 1**	**Сброс 2**	**Сброс и обратная перемотка**
Bad compen intrf byp :	**Bad compen intrf byp :**	Bad compen intrf byp :	Удержание	Bad compen intrf byp :	
Bad compen intrf byp :			Bad compen intrf byp :		
Bad compen intrf byp :	**Bad compen intrf byp :**	Bad compen intrf byp :	Удержание	Bad compen intrf byp :	
Bad compen intrf byp :			Bad compen intrf byp :		

Параметр		Аварийная остановка	Отмена аварийного останова
Первоначальное состояние − сброс (#1151)	**Первоначальное состояние − высокоточное управление (#1148)**	**Выключатель аварийного останова, внешний аварийный останов**	**Выключатель аварийного останова, внешний аварийный останов**
Bad compen intrf byp :	**Bad compen intrf byp :**	Удержание	Удержание
Bad compen intrf byp :			Bad compen intrf byp :
Bad compen intrf byp :	**Bad compen intrf byp :**	Удержание	Удержание
Bad compen intrf byp :			Bad compen intrf byp :

Параметр		Прерывание кадра	Покадровый останов	Сигнализация ЧПУ	ОТ
Первоначальное состояние − сброс (#1151)	**Первоначальное состояние − высокоточное управление (#1148)**	**Переключение режима (автоматический/ручной) или удержание подачи**	**Покадровый режим**	**Сигнализация сервосистемы**	**H/W ОТ**
Bad compen intrf byp :	**Bad compen intrf byp :**	Удержание			
Bad compen intrf byp :					
Bad compen intrf byp :	**Bad compen intrf byp :**				
Bad compen intrf byp :					

Н (удержание): Удержание модального состояния

ВКЛ.: Выключатели высокоточного режима

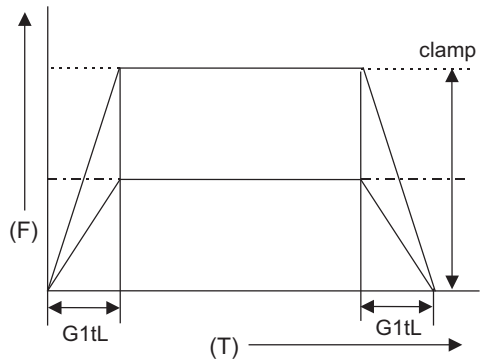
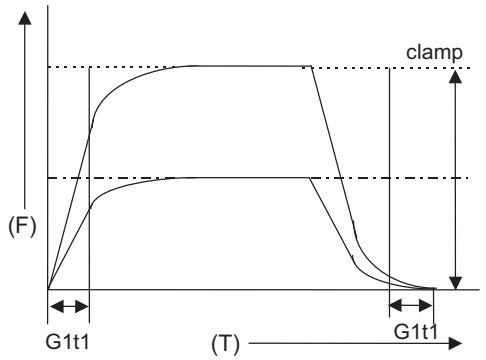
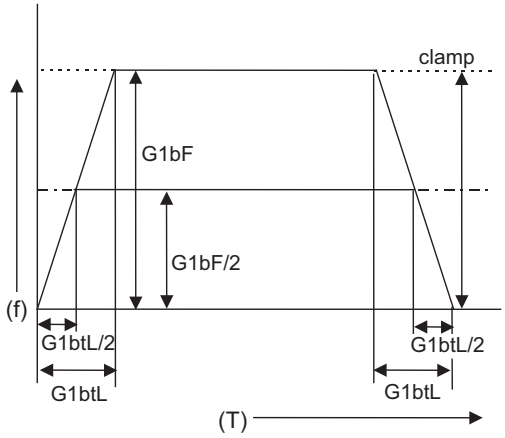
При задании команды G61.1 происходит переключение в высокоточный режим, даже если действуют другие режимы (G61...G64).

ВЫКЛ.: Высокоточный режим выключен.

Доинтерполяционное ускорение/замедление

Для команд движения выполняется управление ускорением/замедлением, чтобы подавить удар при запуске или останове движения станка. Однако при обычном послеинтерполяционном ускорении/замедлении возникают скругленные углы детали на стыках кадров, а также искажается траектория команды. В режиме высокоточного управления ускорение/замедление выполняется перед интерполяцией, что устраняет вышеназванные проблемы. Это доинтерполяционное ускорение/замедление позволяет получать результат обработки, более близкий к траектории команды. Можно также уменьшить время ускорения/замедления, так как выполняется ускорение/замедление постоянной крутизны.

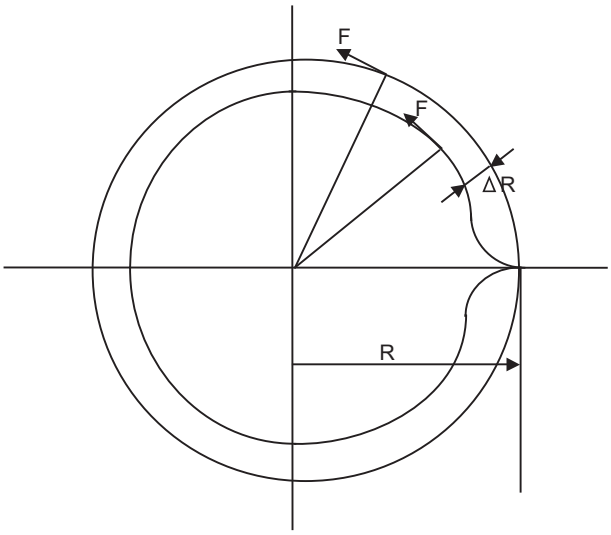
(1) Базовые характеристики управления ускорением/замедлением в командах линейной интерполяции

	Волновая характеристика ускорения/замедления	
- Обычный режим	  (F) скорость каждой оси (T) время	(a) Так как постоянная времени ускорения/замедления имеет неизменное значение, по мере снижения скорости команды нарастающий и ниспадающий фронт волновой характеристики становится более мягким. (b) Постоянную времени ускорения/замедления можно настроить независимо для каждой оси. Имеется возможность выбрать линейный тип, экспоненциальный тип, или оба типа. Учитывайте, что если постоянная времени каждой оси не установлена на одно и то же значение, на пути движения возникает ошибка. #2002 clamp : фиксированная скорость G01 #2007 G1tL : постоянная времени ускорения/замедления линейного типа #2008 G1t1 : постоянная времени ускорения/замедления экспоненциального типа
Режим управления с высокой точностью	 (f) результирующая скорость (T) время	(a) Так как в этом случае действует ускорение/замедление линейного типа с постоянным наклоном, при снижении скорости команды сокращается время ускорения/замедления. (b) В системе используется только одна постоянная времени ускорения/замедления (общая для всех осей). #2002 clamp : фиксированная скорость G01 #1206 G1bF : целевая скорость #1207 G1btL : время ускорения/замедления до целевой скорости (Примечание) G1bF и G1btL определяют наклон в интервале времени ускорения/замедления. Фактическая скорость подачи резания фиксируется на значении "#2002 clamp".

(2) Управление траекторией в командах круговой интерполяции
Если команда круговой интерполяции подается по обычному, послеинтерполяционному методу управления ускорением/замедлением, то траектория, выдаваемая системой ЧПУ на сервоусилитель, смещается внутрь относительно траектории команды и радиус окружности становится меньше радиуса, заданного в круговой команде. Этот эффект обусловлен отклонением сглаживания для внутреннего ускорения/замедления ЧПУ.

При применении доинтерполяционного метода управления ускорением/замедлением ошибка траектории устраняется и достигается круговая траектория, более точно отвечающая команде, так как интерполяция выполняется после управления ускорением/замедлением. Учитывайте, что при этом не компенсируется отставание слежения, обусловленное контуром регулирования положения в сервосистеме.

Ниже дано сравнение ошибки уменьшенного радиуса окружности при обычном послеинтерполяционном управлении ускорением/замедлением и при доинтерполяционном ускорении/замедлении в высокоточном режиме управления.



R : радиус, заданный в команде (мм) ΔR : ошибка радиуса (мм) F : скорость подачи резания (мм/мин)

Величина компенсации ошибки уменьшенного радиуса окружности (ΔR) теоретически рассчитывается в соответствии со следующей таблицей.

Послеинтерполяционное управление ускорением/замедлением (обычный режим)	Доинтерполяционное управление ускорением/замедлением (режим высокоточного управления)
Линейное ускорение/замедление $\Delta R = \frac{1}{2R}\left(\frac{1}{12}Ts^2 + Tp^2\right)\left(\frac{F}{60}\right)^2$ Экспоненциальное ускорение/замедление $\Delta R = \frac{1}{2R}\left(Ts^2 + Tp^2\right)\left(\frac{F}{60}\right)^2$	Линейное ускорение/замедление $\Delta R = \frac{1}{2R}\left\{Tp^2\left(1 - Kf^2\right)\right\}\left(\frac{F}{60}\right)^2$ (a) Так как при доинтерполяционном управлении ускорением/замедлением член Ts можно игнорировать, величина ошибки уменьшенного радиуса уменьшается. (b) Влияние члена Tp можно устранить, установив Kf = 1.

Ts : постоянная времени ускорения/замедления в ЧПУ (с)
Tp : постоянная времени контура позиционирования в сервосистеме (с)
Kf : коэффициент упреждения

(Примечание)Если скорость установлена на "#2110 Clamp (H-precision)", т. е. настройку параметра фиксированной скорости резания для режима высокоточного управления, фиксация выполняется на этой скорости.

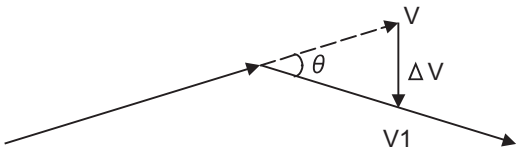
Оптимальное управление скоростью

(1) Оптимальное замедление на углу детали

Вычисляя угол стыка между кадрами и управляя ускорением/замедлением таким образом, чтобы угол детали преодолевался на оптимальной скорости, можно реализовать высокоточную обработку кромок. При входе в угол детали оптимальная скорость для угла детали (оптимальная скорость на углу детали) рассчитывается с учетом величины угла относительно следующего кадра.

Станок заранее замедляется до этой скорости, а затем, после прохождения угла детали, снова ускоряется до скорости команды. Если кадры имеют плавный переход, замедление на углу детали не выполняется. Критерий плавности или неплавности перехода можно задать в параметре обработки "#8020 DCC ANGLE".

Если угол (в градусах) угла детали больше настройки параметра "DCC ANGLE" для соединения "прямая − прямая", или для круга и т. п., происходит ускорение ΔV, обусловленное изменением направления продвижения после прохождения угла детали на скорости V.

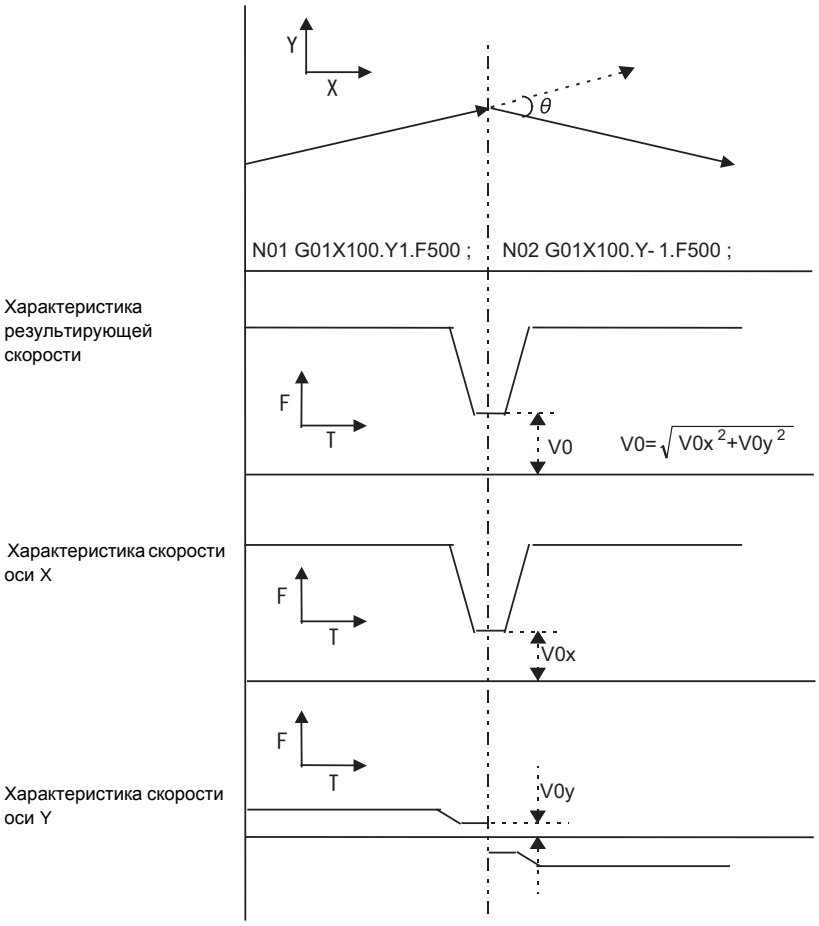


V : скорость до входа в угол детали

ΔV : изменение скорости на углу детали

V1 : скорость после прохождения угла детали

Скорость на углу детали V регулируется так, чтобы ΔV было меньше максимально допустимого доинтерполяционного ускорения/замедления, настроенного в параметрах ("#1206 G1bF", "#1207 G1btL").
В этом случае образуется следующая характеристика скорости.



Оптимальная скорость на углу детали обозначена как V0. V0 вычисляется на основе максимально допустимого доинтерполяционного ускорения/замедления (ΔV') и величины угла детали (наружного) θ.

ΔV' = G1bF/G1btL

Чтобы еще более понизить скорость на углу детали V0 (еще более улучшить точность кромки), значение V0 можно уменьшить в параметре обработки "#8019 R COMPEN".

V0' = V0*(100 - Ks) / 100 (Ks : R COMPEN)

(Примечания 1)В этом случае время цикла может увеличиться, так как возрастает время, необходимое для ускорения/замедления.

(Примечания 2)V0 можно увеличить, настроив отрицательное значение для коэффициента точности.

(F) скорость

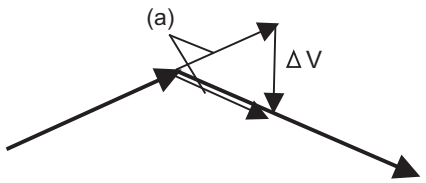
(T) время

Коэффициент точности различается в зависимости от настройки параметра "#8201 COMP CHANGE".

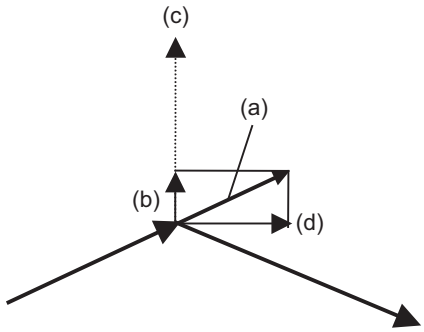
#8201 COMP CHANGE	Используемый коэффициент точности
0	#8019 R COMPEN
1	#8022 CORNER COMP

Скорость на углу детали V0 можно поддерживать на определенном минимальном уровне так, чтобы скорость на углу детали не снижалась слишком сильно.
Установите параметр "#2096 crncsp (минимальная скорость замедления на углу детали)" для каждой оси и настройте результирующую скорость так, чтобы движущаяся ось не превышала эту настройку.

Скорость не зафиксирована



Скорость зафиксирована

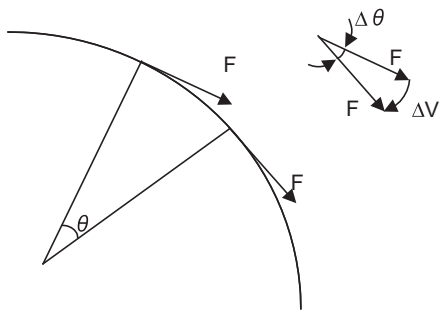


(a) скорость замедления на углу детали
(b) значение фиксации в соответствии с осью X
(c) настройка оси Y
(d) настройка оси X

Учитывайте, что в следующих случаях скорость устанавливается на скорость оптимального замедления на углу детали.
- Если результирующая скорость замедления на углу детали меньше оптимальной скорости замедления на углу детали.
- Если параметр минимальной скорости замедления на углу детали для движущихся осей установлен на "0", хотя бы для одной оси.

(2) Фиксация скорости на дуге

Во время круговой интерполяции, даже если движение происходит с постоянной скоростью, возникает ускорение в связи с изменением направления движения. Если радиус дуги достаточно большой по сравнению с заданной в команде скоростью, то движение происходит на скорости, заданной в команде. Однако если радиус дуги сравнительно небольшой, скорость фиксируется, чтобы возникающее ускорение не превышало максимально допустимую скорость ускорения/замедления перед интерполяцией, вычисленную на основе параметров.
Это позволяет обрабатывать дугу на скорости, оптимальной для данного радиуса дуги.



F : заданная в команде скорость (мм/мин)
R : заданный в команде радиус дуги (мм)
Δθ : изменение угла на единицу интерполяции
ΔV : изменение скорости на единицу интерполяции

Инструмент подается на фиксированной скорости дуги F так, чтобы ΔV не превышало максимально допустимую скорость ускорения/замедления перед интерполяцией ΔV.

$$F \leqq \sqrt{R*\Delta V*60*1000(mm/min)}$$

$$\Delta V = \frac{G1bF(mm/min)}{G1btL(ms)}$$

Если вышеприведенную формулу для F' подставить в формулу для максимальной логической величины ошибки уменьшенного радиуса дуги ΔR (см. раздел "Доинтерполяционное ускорение/замедление"), то командный радиус R сокращается и ΔR перестает зависеть от R.

$$\Delta R \leqq \frac{1}{2R}\left\{Tp^2\left(1 - Kf^2\right)\right\}\left(\frac{F}{60}\right)^2$$

$$\leqq \frac{1}{2}\left\{Tp^2\left(1 - Kf^2\right)\right\}\left(\frac{\Delta V' * 1000}{60}\right)$$

ΔR : величина ошибки уменьшенного радиуса дуги
Tp : постоянная времени усиления контура позиционирования сервосистемы
Kf : коэффициент упреждения
F : скорость подачи резания

Иными словами, если команда дуги выполняется в высокоточном режиме управления, то вне зависимости от заданной в команде скорости F или заданного в команде радиуса R возможна обработка внутри некоторых постоянных пределов ошибки уменьшенного радиуса.

Чтобы еще более снизить фиксированную скорость на дуге (еще более исправить закругленность), фиксированную скорость дуги можно уменьшить с помощью параметра обработки "#8019 R COMPEN". В этом случае происходит управление скоростью для уменьшения максимальной ошибки уменьшенного радиуса дуги ΔR на настроенную процентную долю.

$$\Delta R' = \frac{\Delta R * (100 - Ks)}{100} \ (mm)$$

ΔR' : максимальная величина ошибки уменьшенного радиуса дуги Ks : R COMPEN (%)

После настройки "R COMPEN" вышеупомянутая величина ΔR' отображается на экране параметров.

#8019 R COMPEN (0.078) 50

Заданное значение коэффициента точности

Δ R’

(Примечания 1)Максимальную величину ошибки уменьшенного радиуса дуги ΔR можно увеличить, настроив отрицательное значение для "коэффициента точности".

(Примечания 2)Если настройка "R COMPEN" представляет собой положительное значение, фиксированная скорость дуги снижается. В результате этого программа обработки, содержащая множество команд дуг, выполняется дольше.

(Примечания 3)Настройка "R COMPEN" действует только при применении фиксации скорости на дуге. Чтобы уменьшить ошибку уменьшенного радиуса, не применяя фиксацию скорости на дуге, следует снизить заданную в команде скорость F.

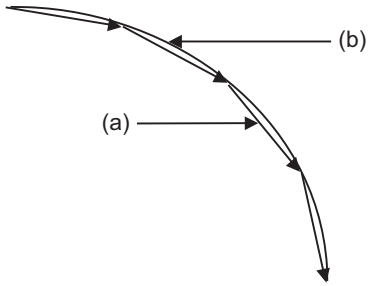
(Примечания 4)Если "коэффициент точности" не установлен (0), фиксация скорости на дуге не применяется.

(Примечания 5)Коэффициент точности различается в зависимости от параметра.

#8201 COMP CHANGE	Используемый коэффициент точности
0	#8019 R COMPEN
1	#8023 CURVE COMP

Интерполяция векторной точности

При мелкосегментных командах, если угол между кадрами чрезвычайно мал (оптимальное замедление на углу детали не используется), интерполяцию можно выполнить более плавно с помощью т. н. "интерполяции векторной точности".

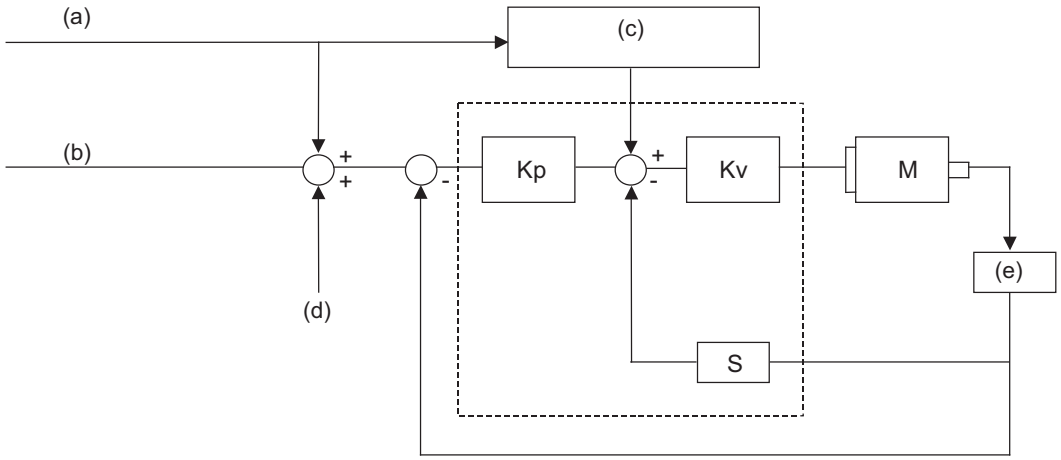


(a) траектория, заданная в команде (b) интерполяция векторной точности

Упреждающее управление

С помощью этой функции можно существенно уменьшить постоянную ошибку скорости, возникающую в контуре позиционирования сервосистемы. Однако в связи с тем, что упреждающее управление может способствовать возникновению вибрации станка, в некоторых случаях коэффициент не может быть увеличен. В таком случае для достижения высокой точности используйте эту функцию вместе с функцией плавного высокого усиления (SHG), чтобы скомпенсировать задержку, возникающую в контуре позиционирования сервосистемы. Так как достигается более плавная реакция во время ускорения/замедления, усиление контура позиционирования можно повысить.

(1) Упреждающее управление



Kp : Коэффициент усиления контура позиционирования

Kv : усиление контура скорости

M : двигатель S : сегмент

(a) команда в случае доинтерполяционного ускорения/замедления

(b) команда в случае послеинтерполяционного ускорения/замедления

(c) упреждающее управление

(d) величина компенсации ошибки станка

(e) детектор

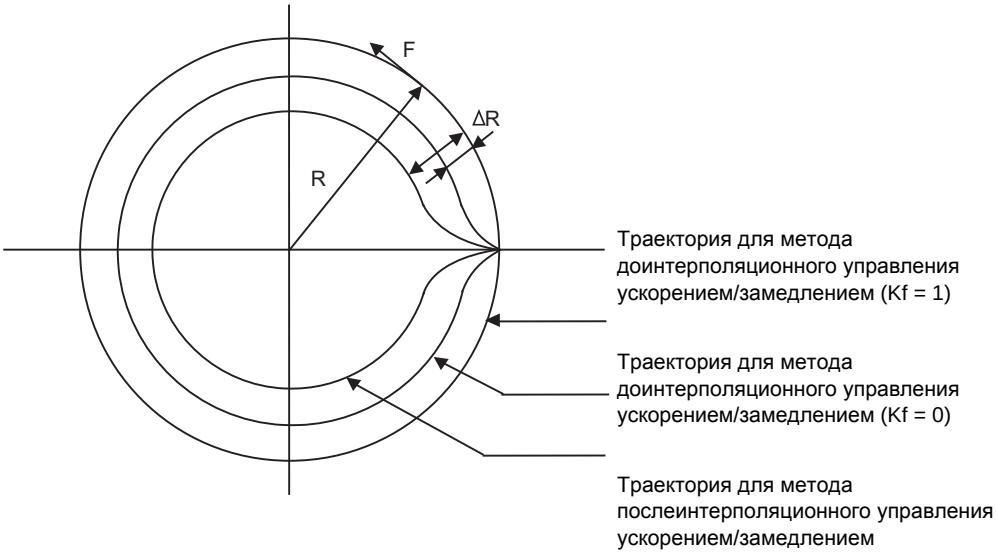
(2) Уменьшение величины ошибки уменьшенного радиуса дуги с помощью упреждающего управления

При высокоточном управлении величину ошибки уменьшенного радиуса дуги можно существенно уменьшить, сочетая вышеописанный метод доинтерполяционного управления ускорением/замедлением и упреждающее управление / управление SHG.

Логическая величина ошибки уменьшенного радиуса ΔR в высокоточном режиме управления рассчитывается по следующей формуле.

Упреждающее управление	Управление SHG + упреждающее управление
$\Delta R = \frac{1}{2R}\left\{Tp^2\left(1 - Kf^2\right)\right\}\left(\frac{F}{60}\right)^2$ R : радиус дуги (мм) F : скорость подачи резания (мм/мин) Tp : постоянная времени контура позиционирования (s) Kf : коэффициент упреждения (fwd_g/100)	
Настроив Kf на следующее значение, можно устранить задержку в контуре регулирования положения сервосистемы и тем самым свести ΔR к 0.	
Kf = 1 (усиление упреждения 100%)	Эквивалентное усиление упреждающего регулирования для настройки Kf на 1 можно рассчитать по следующей формуле. $100\sqrt{1 - \left\{1 - \left(\frac{fwd_g}{50}\right)^2\right\}\left(\frac{PGN1\ \text{для обычного управления}}{2 * PGN1\ \text{для управления SHG}}\right)^2}$

Усиление упреждающего регулирования можно настроить независимо для G00 и G01.

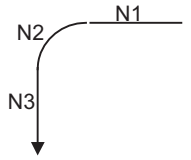


(Примечание)Если при настройке Kf на 1 станок вибрирует, следует понизить Kf или настроить сервосистему.

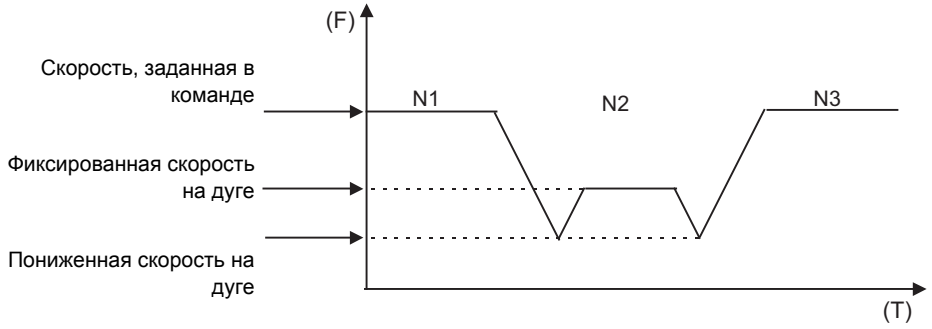
Управление скоростью на входе в дугу и выходе из дуги

Имеются случаи, когда в месте перехода между прямой линией и дугой (или дугой и прямой линией) скорость колеблется и станок вибрирует.
Эта функция понижает скорость перед началом дуги и после выхода из дуги, чтобы уменьшить вибрацию станка. Если действие этой функции перекрывается с замедлением на углу детали, то действует та из функций, которая устанавливает более низкую скорость.
Эту функцию можно активировать или дезактивировать с помощью параметра базовой спецификации "#1149 cireft". Пониженная скорость указывается в параметре базовой спецификации "#1209 cirdcc".

(Пример 1)Если замедление на углу детали не используется

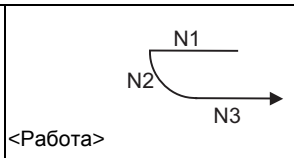
<Программа> G61.1 ; . . N1 G01 X-10. F3000 ; N2 G02 X-5. Y-5. J-2.5 ; N3 G01 Y-10. ; . .	 <Работа>

<Характеристика скорости>

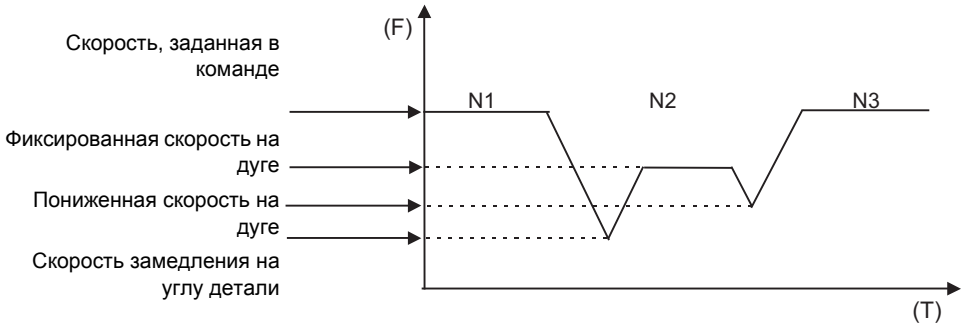


(F) скорость
(T) время

(Пример 2)Если используется замедление на углу детали

<Программа> G61.1 ; . . N1 G01 X-10. F3000 ; N2 G02 X5. Y-5. I2.5 ; N3 G01 X10. ; . .	

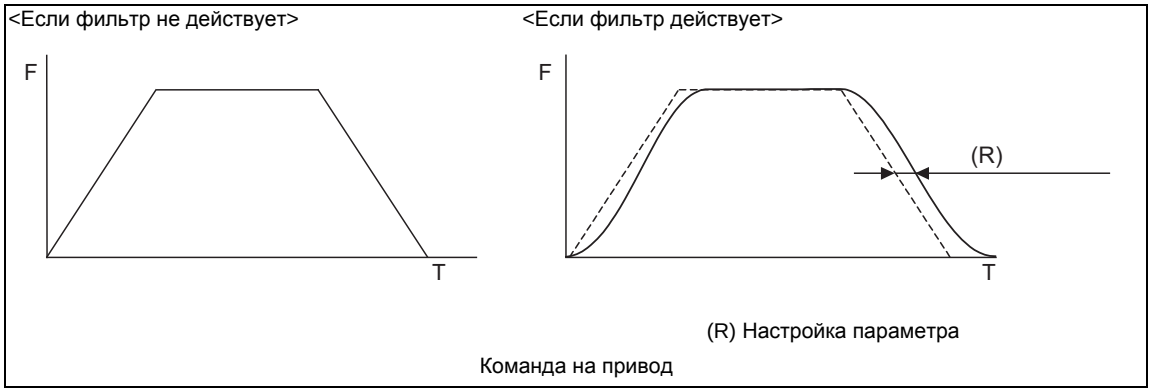
<Характеристика скорости>



(F) скорость
(T) время

Фильтр S-образной характеристики

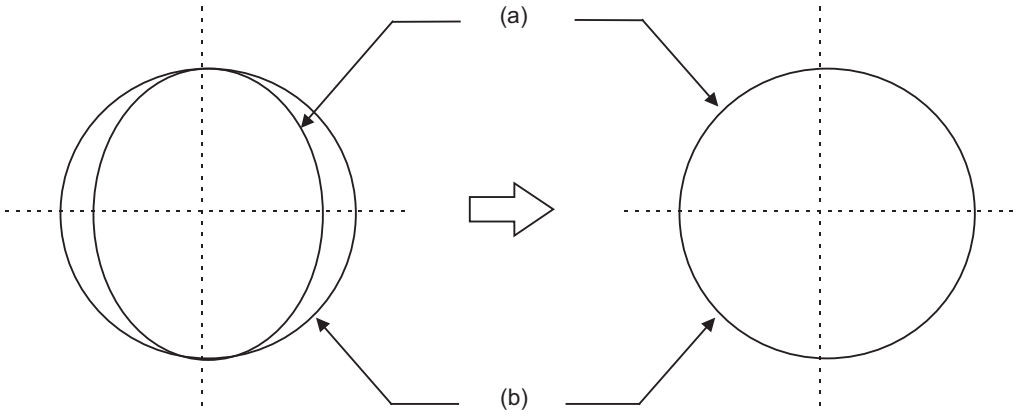
Эта функция еще более интерполирует и тем самым сглаживает переходы между сегментами в компонентах каждой оси, если используется интерполяция векторной точности. Эта функция уменьшает колебания, усиленные функцией упреждающего управления, и уменьшает влияние функции упреждающего управления на станок.
Функция настраивается с помощью параметров базовой спецификации "#1568 SfiltG1" и "#1569 SfiltG0" с диапазоном настройки 0...200 (мс). Параметр "#1570 Sfilt2" позволяет еще более сгладить колебания ускорения/замедления.

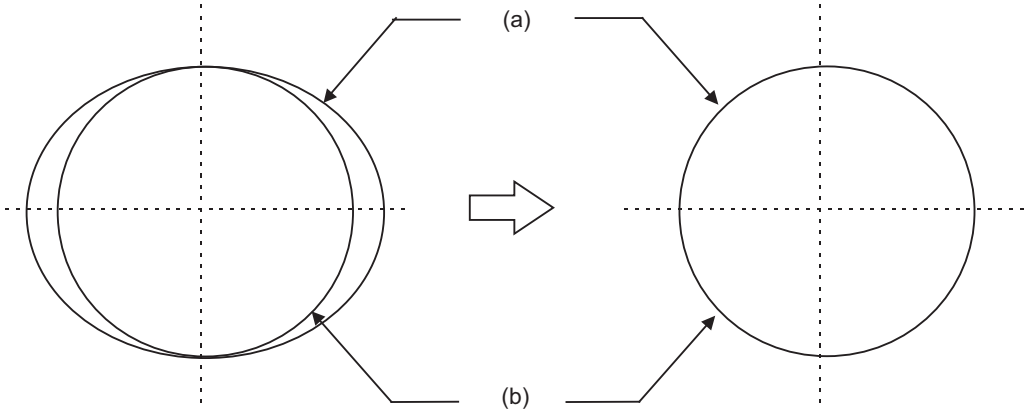


Компенсация круговой ошибки радиуса для каждой оси

Если, по сравнению с эталонной окружностью, на станке одна из осей получается удлиненной и полученная фигура представляет собой эллипс, для каждой оси выполняется компенсация с целью получения идеальной окружности.
Эту функцию можно активировать и дезактивировать с помощью параметра управления "#8108 R COMP Select". Учитывайте, что параметр "#8108 R COMP Select" действует только в случае, если параметр "#8107 R COMPENSATION" установлен на "1". Коэффициент компенсации для каждой оси указывается в параметре спецификации оси "#2069 Rcoeff".

(1) Компенсация в направлении дуги по каждой оси



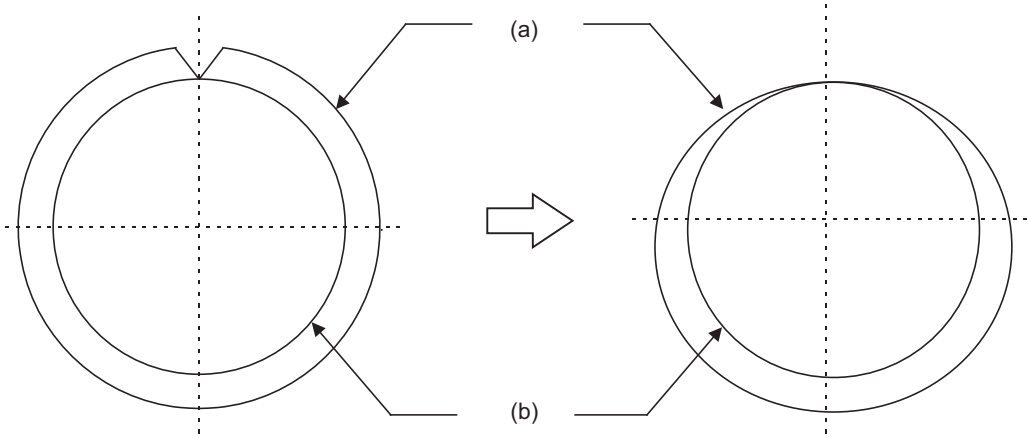


(a) конечная траектория станка

(b) траектория, заданная в команде

(2) Плавная компенсация на входе и выходе

Величина компенсации постепенно увеличивается на участке от начальной точки дуги до позиции 90°. В позиции 90° компенсация достигает 100%. На участке от позиции 90° до конечной точки компенсация постепенно уменьшается, достигая 0% в конечной точке.



(a) конечная траектория станка

(b) траектория, заданная в команде

Связь с другими функциями

(1) При задании команды G08 P1 должны быть установлены следующие модальные состояния.

Функция	G код
Отмена высокоскоростного высокоточного управления II, высокоскоростной обработки	G05 P0
Отмена цилиндрической интерполяции	G07.1
Отмена высокоточного управления	G08 P0
Отмена интерполяции полярных координат	G15
Отмена режима компенсации радиуса инструмента	G40
Отмена управления нормалью	G40,1
Отмена компенсации длины инструмента	G49
Выключение программируемого зеркального отображения	G50,1
Зеркальное отображение на основе настроек	отмена
Зеркальное отображение на основе сигналов	отмена
Отсутствует модальный вызов макроса	G67
Отмена подачи на оборот	G94
Отмена режима постоянства скорости резания	G97
Режим макроса типа прерывания	M97

(2) Если высокоточное управление задается в следующих режимах, возникает сигнализация об ошибке.
- Во время фрезерования: ошибка программы (P481)
− Во время цилиндрической интерполяции: ошибка программы (P481)
− Во время интерполяции полярных координат: ошибка программы (P481)
− Во время управления нормалью: ошибка программы (P29)

(3) Если во время высокоточного режима управления заданы следующие команды, возникает ошибка программы (P29).
− фрезерование
− цилиндрическая интерполяция
− интерполяция полярных координат
− управление нормалью

Указания

(1) Для использования этой функции нужны спецификации "Высокоточное управление". Если задана команда G61.1, однако спецификаций не имеется, возникает ошибка программы (P123).

(2) Задавайте команду G61.1 в независимом кадре.

(3) Формат команды изменяется с помощью базового параметра "#1267 ext03/бит 0".
Если задана команда G8, в то время как параметр установлен на "0", возникает ошибка программы (P34).
Если задана команда G61.1, в то время как параметр установлен на "1", возникает ошибка программы (P34).

(4) В зависимости от модели, эта функция может оказаться неприменимой.

(5) Параметр "#1205 G0bdcc" (доинтерполяционный режим G0) можно использовать только для одной частичной системы.
Если на доинтерполяционное ускорение/замедление G0 установлена вторая частичная система или более, возникает ошибка программы.

(6) Параметры "#1568 SfiltG1", "#1569 SfiltG0" и "#1570 Sfilt2" не могут быть изменены с экрана во время программного режима.
Если эти параметры изменены путем "ввода параметров с помощью программы", то измененные параметры начинают действовать после останова осей.

13.16 Режим высокоскоростной обработки

13.16.1 Режим высокоскоростной обработки I, II ; G05 P1, G05 P2

Принцип действия и назначение

Эта функция выполняет программу обработки, заменяя произвольную криволинейную поверхность приближенной траекторией, состоящей из мелких сегментов.
Эти сегменты обрабатываются на высокой скорости. Это позволяет повысить скорость обработки штампов с произвольной криволинейной поверхностью.

Производительность обработки 1-миллиметровых сегментов с помощью кадра G1

Режим	Команда	Максимальная скорость подачи, если кадр G1 выполняется для 1-миллиметрового сегмента			
		M720V	M750V/M730V	M70V	
				тип B	тип A
Стандартный режим	G05 P0	16,8 м/мин	16,8 м/мин	8,4 м/мин	16,8 м/мин
Режим высокоскоростной механообработки I	G05 P1	16,8 м/мин	16,8 м/мин	8,4 м/мин	16,8 м/мин
Режим высокоскоростной механообработки II	G05 P2	67,5 м/мин	168,0 м/мин	-	33,7 м/мин

Вышеприведенные показатели возможны при следующих условиях.

- 6-осевая система (включая шпиндель) или менее
- одночастная система
- 3 оси или менее, заданные одновременно в команде G01
- кадр содержит только название оси и величину перемещения (в нем нет команды макроса и команды переменных)
- во время режима высокоточного управления G61.1 или во время режима резания (G64)
- при отмененной компенсации радиуса инструмента (G40) (только в режиме высокоскоростной обработки II)

Если вышеуказанные условия не выполнены, заданная скорость подачи не может быть обеспечена.

Формат команды

G05 P1 ; ... Включение режима высокоскоростной обработки I

G05 P2 ; ... Включение режима высокоскоростной обработки II

G05 P0 ; ... Выключение режима высокоскоростной обработки I/II

Помимо команды G05 P0, режим высокоскоростной обработки I отменяется в случае задания режима высокоскоростной обработки II (G05 P2).
И наоборот, режим высокоскоростной обработки II отменяется в случае задания режима высокоскоростной обработки I (G05 P1).

Подробное описание

(1) Подмена, фиксация на максимальной скорости резания, покадровый режим, холостой прогон, ручное прерывание, графическая трассировка и режим высокоточного управления действительны даже во время режима высокоскоростной обработки I/II.

(2) Если используется режим высокоскоростной обработки II, установите "бит 1" параметра "#1572 Cirorp" на "1", чтобы устранить колебания скорости на стыках между дугой и прямой линией или между двумя дугами.

Пример программы

Режим высокоскоростной механообработки I

```
G28 X0. Y0. Z0. ;
G91 G00 X-100. Y-100. ;
G01 F10000 ;
G05 P1 ; ---------- Включение режима высокоскоростной обработки I
  :
X0.1 Y0.01 ;
X0.1 Y0.02 ;
X0.1 Y0.03 ;
  :
G05 P0 ; ---------- Выключение режима высокоскоростной обработки I
M30 ;
```

Указания

(1) Если в команде указан адрес "G05 P1(P2)", однако опция для режима высокоскоростной обработки I/(II) отсутствует, возникает ошибка программы (P39).

(2) В режиме высокоскоростной обработки I/II приоритет имеет автоматическая операция, поэтому индикация на экране может замедлиться.

(3) На кадре команды G05 скорость замедляется, поэтому включайте и выключайте этот режим в тот момент, когда инструмент не соприкасается с деталью.

(4) При выполнении работы в режиме высокоскоростной обработки I/II с одновременной коммуникацией или в режиме считывания с перфоленты скорость обработки может снижаться в зависимости от предельной скорости передачи программы.

(5) Задавайте команду G05 в независимом кадре.

(6) Для адреса P в кадре команды G05 десятичная точка недействительна.

(7) Действительными адресами P в кадре команды G05 являются только P0, P1 и P2. Если в кадре команды G05 заданы иные адреса P, возникает ошибка программы (P35). Если адрес P отсутствует, возникает ошибка программы (P33).

(8) Скорость обработки может снижаться в зависимости от числа знаков в указанном кадре.

13.17 Высокоскоростное высокоточное управление ; G05, G05.1

13.17.1 Высокоскоростное высокоточное управление I, II ; G05.1 Q1/Q0,G05 P10000/P0

Принцип действия и назначение

Эта функция выполняет программу обработки, заменяя произвольную криволинейную поверхность приближенной мелкосегментной траекторией и обрабатывая эти сегменты на высокой скорости и с высокой точностью. Это позволяет повысить скорость обработки штампов с произвольной криволинейной поверхностью. Высокоскоростное высокоточное управление I возможно только для первой частичной системы, а высокоскоростное высокоточное управление II − только для одной частичной системы.

Производительность одновременной 3-осевой обработки 1-миллиметрового сегмента

	Производительность мелкосегментной обработки (длина сегментов 1 мм)				Ограничение в программе
	M720V	M750V/M730V	M70V		
			тип B	тип A	
Стандартный режим	16,8 м/мин	16,8 м/мин	8,4 м/мин	16,8 м/мин	Нет
Режим высокоскоростного высокоточного управления I	16,8 м/мин	33,7 м/мин	16,8 м/мин	16,8 м/мин	Да
Режим высокоскоростного высокоточного управления II	67.5 м/мин	168,0 м/мин (примечание 3) (примечание 4)	-	33,7 м/мин	Да

(Примечания 1)Если активировано сглаживание (параметр "#8033" установлен на "1") и операции сглаживания выполняются одна за другой, то, в зависимости от программы обработки, производительность мелкосегментной обработки может снизиться существеннее, чем это указано в вышеприведенной таблице. В случае подключения через сеть значения таблицы могут не обеспечиваться, в зависимости от состояния.

(Примечания 2)Вышеприведенные показатели применимы при следующих условиях.

- 6-осевая система (включая шпиндель) или менее
- одночастная система
- в команде G01 одновременно заданы 3 оси или менее
- кадр содержат только название оси и величину перемещения (в нет команды макроса и команды переменных)
- режим отмены компенсации радиуса инструмента (G40)

Если вышеуказанные условия не выполнены, заданная скорость подачи не может быть обеспечена.

(Примечания 3)Производительность мелкосегментной обработки во время управления центром инструмента (G43.4/G43.5) равна 100 м/мин.

(Примечания 4)Производительность мелкосегментной обработки во время команды обработки наклонной поверхности (G68.2/G68.3) и компенсации ошибки крепления детали (G54.4 P1...7) равна 100 м/мин.

Формат команды

G05.1 Q1 ; ... Включение высокоскоростного высокоточного управления I

G05.1 Q0 ; ... Выключение высокоскоростного высокоточного управления I

G05 P10000 ; ... Включение высокоскоростного высокоточного управления II

G05 P0 ; ... Выключение высокоскоростного высокоточного управления II

(Примечания 1)Высокоскоростные высокоточные режимы I и II не могут использоваться одновременно.

(Примечания 2)G05.1 Q1 (высокоскоростной высокоточный режим I) и G05 P10000 (высокоскоростной высокоточный режим II) действуют, если параметр "#1267 ext03/бит 0" включен.

Подробное описание

(1) Высокоскоростное высокоточное управление I/II можно использовать во время соединения через "computer link", в режиме считывания программы с перфоленты, в режиме MDI, в режиме считывания карты IC или режиме чтения из памяти.

(2) Подмена, фиксация на максимальной скорости резания, покадровый режим, холостой прогон, прерывание с помощью рукоятки и графическая трассировка действительны даже во время модального режима высокоскоростного высокоточного управления I/II.

(3) Скорость станочной обработки может снизиться в зависимости от количества знаков в одном кадре.

(4) Функция высокоскоростного высокоточного управления I/II автоматически включает режим высокоточного управления. Описание функции высокоточного управления см. в разделе "Высокоточное управление".

(5) Включайте и выключайте команду компенсации радиуса инструмента во время режима высокоскоростного высокоточного управления I/II. Если режим высокоскоростного высокоточного управления I/II выключен без выключения компенсации радиуса инструмента, возникает ошибка программы (P34).

(6) Выключайте режим высокоскоростного высокоточного управления I/II до подачи команды данных (за исключением тех данных, которые можно задавать в команде режима).

(7) Если используется режим высокоскоростного высокоточного управления II, установите параметр "#1572 Cirorp" на "1", чтобы устранить колебания скорости на стыках между дугой и прямой линией или между двумя дугами.

(8) Команда скорости подачи F фиксируется на настройке параметра "#2110 Clamp (H-precision)" (фиксированная скорость подачи резания для режим высокоточного управления).

(9) Скорость быстрого хода основывается на настройке параметра "#2109 Rapid(H-precision)" (скорость быстрого хода во время высокоточного режима управления).

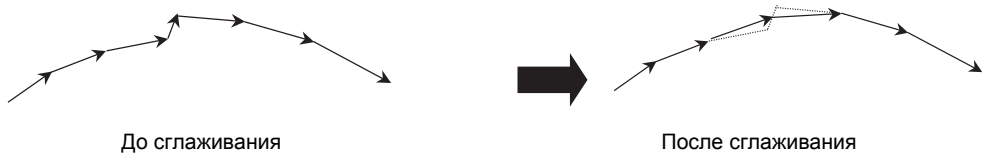
(10) Если параметр "#2109 Rapid(H-precision)" установлен на "0", то движение происходит на скорости, настроенной в параметре "#2001 Rapid" (скорость быстрого хода). Кроме того, если параметр "#2110 Фиксация (высокая точность)" установлен на "0", скорость фиксируется на настроенном в параметре значении "#2002 clamp" (фиксированная скорость резания).

Дополнительные функции, если включен режим высокоскоростного высокоточного управления II

(1) Сглаживание

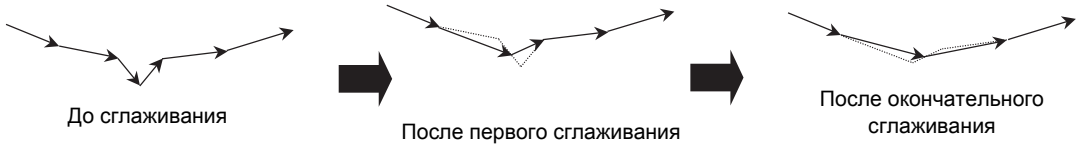
Если в программе обработки, выработанной с помощью CAM и т. п., имеется выступ в траектории (зигзагообразная траектория), то эту функцию можно использовать для устранения выступающей траектории, величина которой меньше настройки. В результате выступающая траектория плавно соединяется с предшествующей и последующей траекторией.
Эта функция действует только для непрерывных линейных команд (G1).

Связанные параметры		Подробное описание
#8033	Включение сглаживания	0 : сглаживание дезактивировано 1 : выполнять сглаживание для выступающего кадра
#8029	L сглаживания	Выполнять сглаживание для кадров, длина которых меньше этой настройки



Траектория до и после сглаживания

Если после сглаживания имеются какие-либо выступы, сглаживание повторяется.

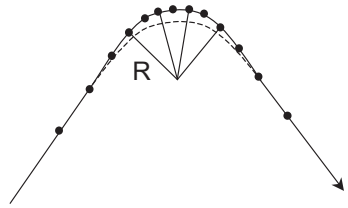


Траектория при выполнении нескольких сглаживаний

(2) Фиксированная скорость с учетом ускорения

Если нижеследующий параметр установлен на "1", то во время режима высокоскоростного высокоточного управления II фиксированная скорость подачи резания фиксируется так, чтобы ускорение, возникающее в каждом кадре движения, не превышало допустимое значение. Эта функция оптимально фиксирует скорость даже на участке, на котором "изменение угла в каждом кадре мало, однако итоговая кривизна велика", как это показано ниже.
Допустимое значение ускорения рассчитывается на основе настройки параметров "#1206 G1bF" и "#1207 G1btL". (допустимое ускорение = #1206/#1207)

Связанные параметры		Подробное описание
#8034	AccClampt ON	0 : Фиксация скорости резания происходит на основе параметра "#2002 clamp" (примечание 1) или функции замедления на углах детали. 1: Фиксация скорости резания определяется на основе ускорения.



Управление скоростью в зависимости от кривизны

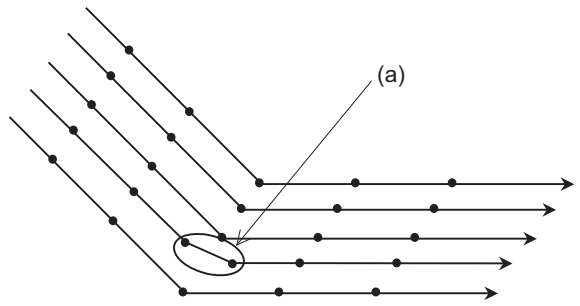
Если инструмент движется на участке с большой кривизной без замедления, то при этом возникает большое ускорение, приводящее к ошибке траектории (смещению траектории внутрь кривизны).

(Примечание 1) Если скорость установлена в параметре "#2109 Clamp(H-precision)", то фиксация происходит на этой скорости. Если этот параметр установлен на "0", фиксация происходит на основе параметра "#2002 clamp".

(3) Замедление на углу детали в высокоскоростном режиме

Во время высокоточного управления, если величина угла в градусах между соседними кадрами в программе обработки велика, эта функция, обычно, автоматически замедляет обработку так, чтобы ускорение, возникающее при прохождении угла детали, оставалось в допустимых пределах.
Если на участке угла детали в программу обработки вставлен мелкий кадр, выработанный программным обеспечением CAM и т. п., то скорость прохождения угла детали не будет соответствовать периферии. Это может повлиять на обрабатываемую поверхность.
При замедлении на углу детали в высокоскоростном режиме, даже если вставлен мелкий кадр такого рода, угол детали рассматривается более широко, на основе настройки нижеприведенных параметров.
При рассмотрении угла детали мелкий кадр исключается, однако он не исключается из текущей команды движения.

Связанные параметры		Подробное описание
#8036	CordecJudge	0 : Угол детали оценивается на основе величины угла соседнего кадра. 1 : Угол детали оценивается на основе величины угла соседнего кадра, за исключением мельчайших кадров.
#8027	CorJudgeL	Кадры, движение которых короче этой настройки, игнорируются.



Замедление на углу детали в высокоскоростном режиме

(a) Если параметр "#8036 CordecJudge" установлен на "1", то замедление на углу детали реализуется без влияния мелких кадров.

Связь с другими функциями

При задании команды G05.1 Q1 и G05 P10000 модальное состояние должно быть таким, как это показано ниже.

Если эти условия не выполнены, возникает ошибка программы (P34).

В отношении подачи команды управления SSS см. раздел "Управление SSS".

Функция	G код	
Отмена коррекции радиуса резца	G40	
Отмена компенсации длины инструмента	G49	<- только высокоскоростной высокоточный режим I
Отмена зеркального отображения с помощью G-команды	G50,1	
Отмена зеркального отображения на основе параметров	отмена	
Отмена зеркального отображения на основе сигналов	отмена	
Режим резания	G64	
Отмена модального вызова макроса пользователя	G67	
Выключение режима программируемого поворота координат	G69	
Отмена стандартного цикла	G80	
Вид подачи	G94	
Асинхронная подача (минутная подача)	G97	
Отмена пользовательского макропрерывания	M97	

Хотя в нижеперечисленных модальных режимах задать команду "G05.1 Q1" возможно, правильное движение не гарантируется.

Функция	G код
Режим контроля точного останова	G61
Автоматическая коррекция подачи на углах	G62
Режим нарезания резьбы метчиком	G63
Оборотная подача	G95
Постоянная скорость резания	G96

(2) При включенном режиме высокоскоростного высокоточного управления I/II можно задавать следующие данные.
Если задаются иные данные, возникает ошибка программы.

Функция	Высокоскоростной высокоточный режим		G код			
	I	II				
Позиционирование	○	○	G00			
Рабочая подача	○	○	G01	G02	G03	
Винтовая интерполяция	○	○	G02	G03		
Выбор плоскости	○	○	G17	G18	G19	
Коррекция на радиус резца	○	○	G40	G41	G42	
Компенсация длины инструмента	○	-	G43	G44	G49	
Программируемое зеркальное отображение	○	○	G50,1	G51,1		
Зеркальное отображение на основе параметров	-	-	-			
Зеркальное отображение на основе сигналов	-	-	-			
Абсолютная команда	○	○	G90			
Инкрементная команда	○	○	G91			
Настройка системы координат детали	○	-	G92			
Выбор системы координат детали	○	-	G54...G59			
Команда системы координат станка	○	-	G53			
Вызов подпрограммы	○	○	M98			
Вызов внешней подпрограммы	○	○	M198			
Ввод параметра из программы	○	-	G10 L50			
Ввод величины компенсации из программы	○	-	G10 L10			
Отмена высокоскоростного высокоточного управления I	○	-	G05.1 Q0			
Отмена высокоскоростного высокоточного управления II	-	○	G05 P0			
Сплайновое управление	-	○	G05.1 Q2	G05.1 Q0		
Команда F-кода	○	○	Fxxx			
Команда номера последовательности	○	○	Nxxx			
Команда комментария	○	○	( )			
Пропуск опционального кадра	○	○	/			
Вспомогательная функция (примечание 1)	○	○	Mxxx	Sxxx	Txxx	Bxxx
Команда I, J, K, R для круговой интерполяции	○	○	I	J	K	R
Данные движения оси	○	○	X	Y	Z.	и т. п.

(Примечания 1)M96 и M97 использовать нельзя. (только высокоскоростное высокоточное управление II)

Указания

(1) Высокоскоростное высокоточное управление I и II являются опциональными функциями. Если задана команда "G05.1 Q1" или "G05 P10000", хотя эта опция отсутствует, возникает ошибка программы (P39).
(2) В модальном режиме высокоскоростного высокоточного управления I/II приоритет имеет обработка автоматических операций, поэтому индикация на экране и т. п., может замедляться.
(3) На кадрах команд "G05.1 Q1", "G05.1 Q0" и "G05 P10000"/"P05 P0" скорость понижается, поэтому включайте и выключайте этот режим в тот момент, когда инструмент не соприкасается с деталью.
(4) Если в кадрах команд "G05.1 Q1", "G05.1 Q0" и "G05 P10000", "G05 P0" указан иной адрес кроме G/Q или P/N, возникает ошибка программы (P33).
(5) Задавайте команду "G05.1 Q1", "G05.1 Q0" и "G05 P10000", "G05 P0" в независимом кадре.
(6) Если высокоскоростное высокоточное управление I/II выполняется во время чтения программы с перфоленты, скорость обработки может снижаться в зависимости от скорости передачи программы и количества знаков в одном кадре.
(7) Если в кадре команды G05.1 или G05 отсутствует адрес Q или P, возникает ошибка программы (P33).
(8) Десятичная точка в адресе Q или P недействительна.
(9) Если команда высокоскоростного высокоточного управления I задана во время модального действия команды высокоскоростного высокоточного управления II, возникает ошибка программы (P34).
(10) Если команда высокоскоростного высокоточного управления II задана во время модального действия высокоскоростного высокоточного управления I, возникает ошибка программы (P34).
(11) Во время модального действия высокоскоростного высокоточного управления II не могут использоваться команды переменных и пользовательских макросов.
(12) Функция сглаживания действительна для непрерывной линейной команды (G1). В следующих случаях сглаживание не возможно.

(13) В покадровом режиме − работа останавливается в конечной точке каждого кадра.
(14) G-коды для этой функции действительны, если параметр "#1267 ext03/бит 0" установлен на "0". Если команда "G05.1 Q1" задана при настройке этого параметра на "0", возникает ошибка программы (P34).
(15) Если во время высокоскоростного высокоточного управления II заданы команды интерполяции полярных координат (G12.1) и цилиндрической интерполяции (G07.1), возникает ошибка программы (P34).
(16) Если высокоскоростное высокоточное управление II задано во время интерполяции полярных координат (G12.1) или цилиндрической интерполяции (G07.1), возникает ошибка программы (P481).
(17) Если во время высокоскоростного высокоточного управления II задана геометрическая команда, возникает ошибка программы (P33).

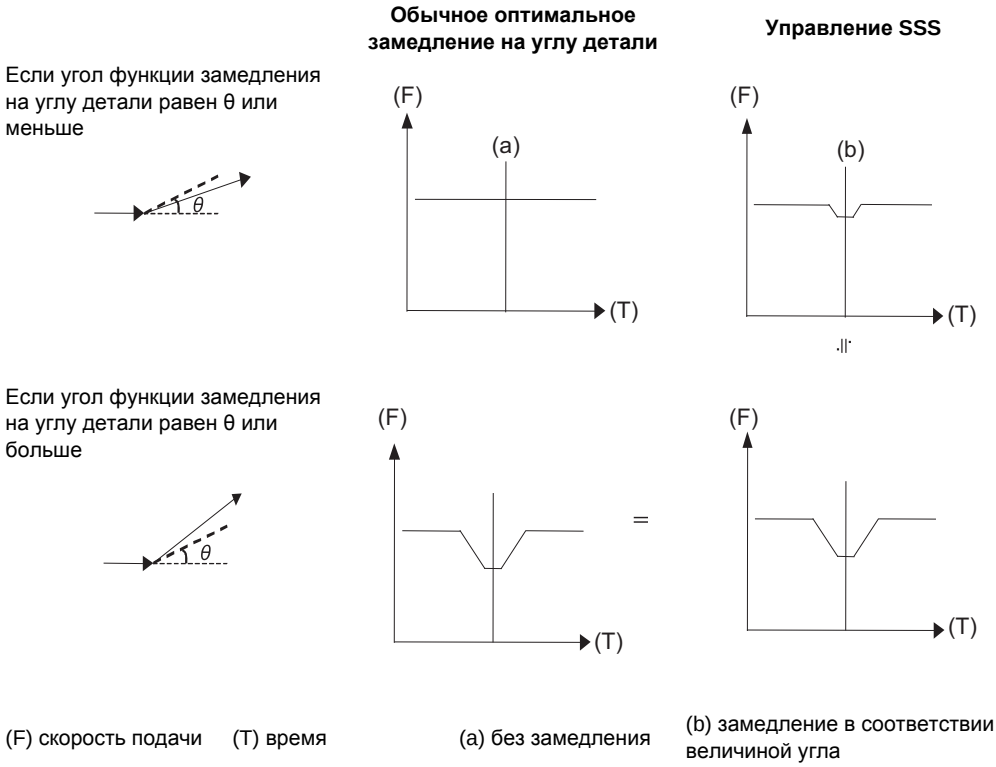
13.17.2 Управление SSS

Принцип действия и назначение

При обычном высокоточном управлении угол между двумя кадрами сравнивается с величиной угла функции замедления на углу детали − чтобы определить, должно ли между кадрами выполняться замедление на углу детали. Это может привести к внезапному изменению скорости между кадрами, угол между которыми близок к величине угла функции замедления на углу детали. В результате на детали могут образоваться царапины или полосы.
С помощью функции SSS (от англ. Super Smooth Surface − "чрезвычайно гладкая поверхность") пользователь может предсказать оптимальную скорость обработки, используя информацию о большом участке траектории. По сравнению с обычной функцией высокоточного управления, функция SSS имеет более продвинутые свойства (см. ниже). В результате достигается более гладкая обработанная поверхность детали.

(1) Функция подавляет колебания скорости, вызываемые возмущающими кадрами (мелкими шагами или волнистостью). Благодаря этому уменьшаются царапины, оставляемые такими кадрами.
(2) Если предсказанное ускорение высоко, то скорость фиксируется, даже если с точки зрения других функций замедление на углу детали не требуется.

Кроме того, эта функция позволяет уменьшить время обработки по программе, имеющей большое количество углов.



Длину траектории, распознаваемую функцией SSS, можно установить в параметре обработки "#8091 reference length". При увеличении настройки зона увеличивается, а эффект ошибки уменьшается.

(Примечание)Эта функция необязательна. Для использования этой функции необходима опция высокоскоростного высокоточного управления II.

Подробное описание

(1) Для использования управления SSS действуйте следующим образом:
(a) Заблаговременно включите следующие параметры.
Параметр базовой спецификации "#1267 ext03/бит 0"
Параметр обработки "#8090 SSS ON"
(b) Подайте команду "G05 P10000 ;" (включение высокоскоростного высокоточного управления II).
-> Управление SSS действует до тех пор, пока не будет задана команда "G05 P0 ;" (выключение высокоскоростного высокоточного управления II).

(2) Управление SSS можно использовать во время передачи данных через computer link, в режиме чтения с перфоленты, режиме MDI, режиме карты IC или режиме чтения из памяти.

(3) Скорость станочной обработки может снизиться в зависимости от количества знаков в одном кадре.

(4) Чтобы задать команду каких-либо иных данных кроме тех, которые действительны для этой функции, сначала выключите режим управления SSS.

(5) Управление SSS действительно только для первой частичной системы.

Стандартные значения параметров

Ниже указаны стандартные значения параметров для управления SSS.

(1) Параметры обработки

#	Элемент	Стандартное значение
8019	R COMP	0
8020	DCC ANGLE	10
8021	COMP CHANGE	1
8022	CORNER COMP	0
8023	R COMPEN	-20
8029	Fairing L	0
8033	Fairing ON	0
8034	AccClampt ON	0
8036	CordecJudge	0
8037	CorJudgeL	0

(Примечание)Основания для настройки параметров

Ниже пояснена взаимосвязь каждого параметра с точностью и скоростью.

С помощью этих настроек можно отрегулировать точность и скорость, требуемые для обработки на станке.

При настройке параметров установите значения в таком диапазоне, в котором станок не вибрирует.

Параметр	Цель регулировки	Эффект
#8022 CORNER COMP	Точность на участке угла детали	Большая настройка = точность увеличивается, скорость снижается
#8023 R COMPEN	Точность на криволинейном участке	Большая настройка = точность увеличивается, скорость снижается
#8092 ClampCoeff	Точность на криволинейном участке	Большая настройка = точность снижается, скорость возрастает (Примечание) Обычно используется стандартное значение. Для тонкой настройки используйте параметр "#8023".

(2) Базовые параметры спецификации

#	Элемент		Стандартное значение
1148	I_G611	Первоначальное состояние − высокоточное управление	0
1205	G0bdcc	G0 до интерполяции	0
1206	G1bf	Ускорение/замедление до интерполяции Максимальная скорость	-
1207	G1btL	Ускорение/замедление до интерполяции Постоянная времени	-
1209	Cirdcc	Пониженная скорость на дуге	-
1267	ext03/бит 0	Тип G-кода	1
1572	Cirorp	Перекрытие команды дуги	0
1568	SfiltG1	Фильтр мягкого ускорения/ замедления G1	0
1569	SfiltG0	Фильтр мягкого ускорения/ замедления G0	0
1570	Sfilt2	Фильтр мягкого ускорения/ замедления 2	0

(3) Параметры спецификации оси

#	Элемент		Стандартное значение
2010	fwd_g	Усиление упреждения	70
2068	G0fwdg	Усиление упреждения G00	70
2096	crncsp	Минимальная пониженная скорость на углу детали	0

Связь с другими функциями

(1) При запуске управления SSS модальные состояния должны быть такими, как это указано ниже. Если эти условия не выполнены, возникает ошибка программы (P34).

Модальное состояние

Функция	Режим
Режим компенсации радиуса инструмента	G40
Программируемое зеркальное отображение	G50,1
Режим резания	G64
Режим модального вызова макроса	G67
Включение программного поворота координат	G69
Режим стандартного цикла	G80
Оборотная подача	G94
Режим управления с постоянной скоростью резания	G97
Режим макроса типа прерывания	M97

Иные состояния, кроме модальных

Функция	Статус
Зеркальность задается установкой параметров	Bad compen intrf byp :
Зеркальность задается внешним сигналом	Bad compen intrf byp :

(2) Во время режима управления SSS можно подавать команды следующих функций. Если задается какая-либо иная функция, возникает ошибка программы.
- В случае команды с G-кодом: ошибка программы (P34)
− В остальных случаях: ошибка программы (P33)

Функция	Команда			
Позиционирование	G00			
Рабочая подача	G01	G02	G03	
Винтовая интерполяция	G02	G03		
Спиральная интерполяция	G02.1	G03.1		
Выбор плоскости	G17	G18	G19	
Коррекция на радиус резца	G40	G41	G42	
Программируемое зеркальное отображение	G50,1	G51,1		
Абсолютная команда	G90			
Инкрементная команда	G91			
Вызов подпрограммы	M98			
Вызов внешней подпрограммы	M198			
Отмена высокоскоростного высокоточного управления II	G05 P0			
Сплайновое управление	G05.1 Q2	G05.1 Q0		
Команда F-кода	Fxxx			
Команда номера последовательности	Nxxx			
Команда комментария	( )			
Пропуск опционального кадра	/			
Вспомогательная функция (примечание 1)	Mxxx	Sxxx	Txxx	Bxxx
Команда I, J, K, R для круговой интерполяции	I	J	K	R
Данные движения оси	X	Y	Z.	и т. п.

(3) Использование функции 1-разрядной предуставки F-команды не возможно.
(4) Коды M96 и M97 использовать нельзя.
(5) Подмена, фиксация на максимальной скорости резания, работа по сигналу и графическая трассировка действительны даже во время режима управления SSS.
(6) Во время режима управления SSS нельзя использовать команду компенсации радиуса инструмента.
(7) Включайте и выключайте команду компенсации радиуса инструмента во время режима управления SSS. Если режим управления SSS выключен до того, как была выключена компенсация радиуса инструмента, возникает ошибка программы (P34).

Указания

(1) Во время управления SSS выполняется предварительное считывание кадров, поэтому ошибка программы может возникать еще до выполнения кадра, содержащего ошибку.
(2) Коррекция буфера во время управления SSS не гарантируется.
(3) Если во время управления SSS используется одновременное автоматическое/ручное или автоматическое прерывание с помощью рукоятки, точность обработки на станке не гарантируется.
(4) Во время управления SSS, если в состоянии покадрового останова подмена установлена на "0", возникает ошибка операции "M01 operation error 0102 override zero".
(5) Если во время управления SSS задана команда мелкой дуги, обработка на станке может длиться дольше.
(6) Если во время управления SSS применено зеркальное отображение по внешнему вводу, возникает ошибка программы (P33).
(7) При графической проверке используется та же траектория, что и для покадрового режима.
(8) Управление скоростью в режиме SSS действует в отношении прямолинейной обработки на скорости подачи резания и в отношении кадров с командой дуги. Однако управление SSS не действует в отношении кадров с командой поворотной оси. Кадры с командами, в отношении которых не действует управление скоростью, сначала замедляются, а затем происходит автоматическое включение и выключение управления SSS.

13.18 Сплайн ; G05.1 Q2/Q0

Принцип действия и назначение

Эта функция автоматически вырабатывает сплайновую кривую, которая проходит через последовательность точек, заданных мелкосегментной программой обработки, и интерполирует траекторию вдоль этой кривой.
Это делает возможной высокоточную обработку на высокой скорости.
Команду функции сплайна можно задать в режиме функции высокоскоростного высокоточного управления II (между G05 P10000 и G05 P0), если параметр обработки "#8025 SPLINE ON" установлен на "1". Нижеследующее описание ограничивается функцией сплайна в режиме функции высокоскоростного высокоточного управления II.

Формат команды

G05.1 Q2 X0 Y0 Z0 ; ... Включение режима сплайна

G05.1 Q0; ... Выключение режима сплайна

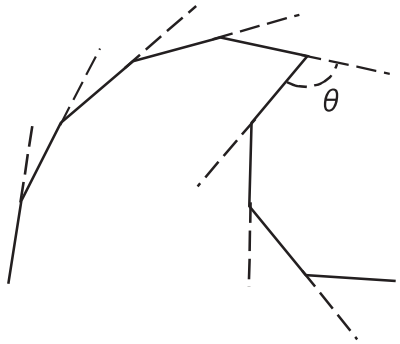
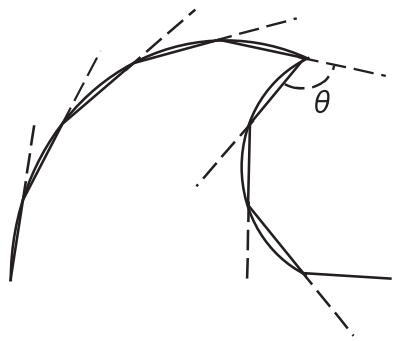
Подробное описание

Временное аннулирование сплайновой интерполяции

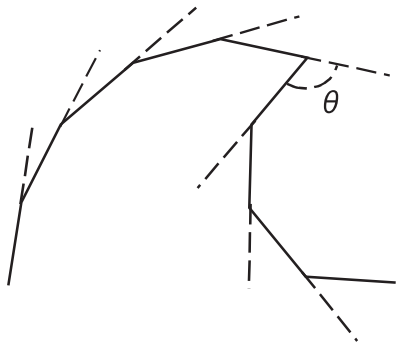
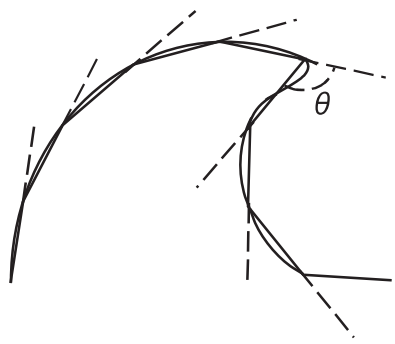
В нормальном случае после активации функции сплайна вырабатывается одна кривая, плавно соединяющая все точки. Это происходит до тех пор, пока функция не будет отменена. Однако если должна быть создана кромка угла детали, или если сегмент имеет большую длину и сплайновая интерполяция не должна выполняться, эту функцию можно временно отменять на основе параметров.

(1) Угол отмены
Если угол θ двух следующих друг за другом кадров превышает значение, установленное в параметре "#8026 CANCEL ANG.", функция сплайна временно отменяется. Вместо нее на углу детали применяется оптимальное замедление. Если этот параметр не установлен (= 0), сплайновая интерполяция действует постоянно. Во время временного аннулирования действует параметр функции высокоточного управления "#8020 DCC ANGLE" и применяется оптимальное замедление на углу детали.

(Пример 1) Угол отмены = 60°

Команды программ	Траектория сплайновой интерполяции
	

(Пример 2) Угол отмены = 0°

Команды программ	Траектория сплайновой интерполяции
	

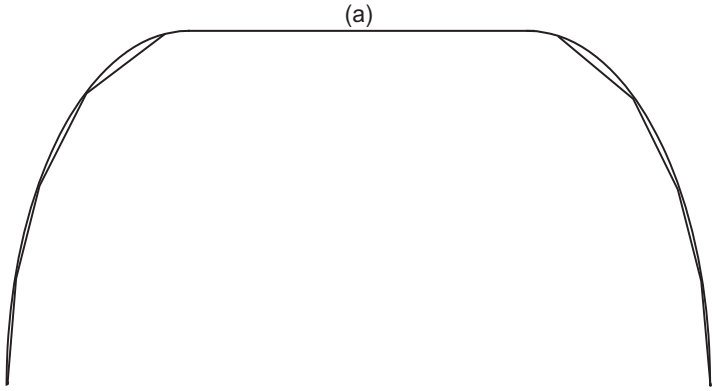
(Примечания 1)Если при обработке участок, который должен стать углом детали, получается слишком плавным, уменьшите настройку параметра "#8026 CANCEL ANG.". Если плавный участок становится слишком "угловатым", увеличьте настройку "#8026 CANCEL ANG.".

(Примечания 2)Если "#8026 CANCEL ANG." > = "#8020" DCC ANGLE ", ось замедляется на все углах, величина которых больше настройки "#8026 CANCEL ANG." .

(Примечания 3)Если "#8026 CANCEL ANG." < "#8020" DCC ANGLE " и угол угла детали равен или меньше настройки "#8020" DCC ANGLE", то замедление на углу детали не применяется, даже если сплайновая интерполяция отменена.

(2) Длина мелкого сегмента

Если величина перемещения в кадре больше настройки параметра "#8030 MINUTE LENGTH", то функция сплайна временно отменяется, и выполняется линейная интерполяция. Если этот параметр не установлен (= 0), то длина мелкого сегмента равна 1 мм. Если длина сегмента в кадре > длина мелкого сегмента (#8030 MINUTE LENGTH), выполняется линейная интерполяция.

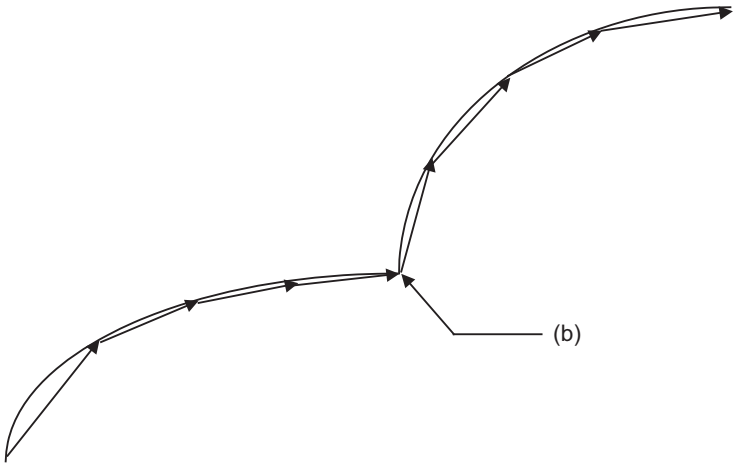


(a) Линейная интерполяция

Если параметр #8030 установлен на "-1", то сплайновая интерполяция не отменяется на основании длины кадра.

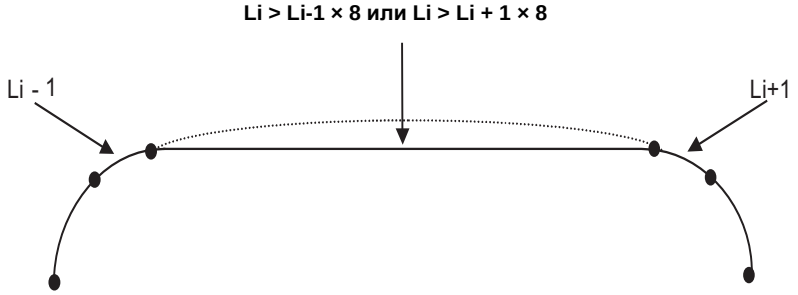
(3) Если имеется кадр без движения

Если во время действия функции сплайна имеется кадр без движения, сплайновая интерполяция временно отменяется. Учитывайте, что кадры, содержащие только ";", не считаются кадрами без движения.



(b) Кадр без движения

(4) Если в функции сплайна имеется кадр, который явно длиннее прочих кадров
Если в режиме сплайновой интерполяции длина i-того кадра равна Li, и если выполняется следующее условие,
"Li > Li − 1 × 8" или "Li > Li + 1 × 8",
то такой кадр интерпретируется как линейный участок и сплайновый режим временно отменяется.
Однако если параметр "#8030 MINUTE LENGTH " установлен на "-1", режим не отменяется.



Коррекция формы кривой, получаемой при сплайновой интерполяции

В нормальном случае, после активации функции сплайна вырабатывается одна кривая, плавно соединяющая все точки. Это происходит до тех, пока функция не будет отменена. Однако если требуется откорректировать форму сплайновой кривой, это можно сделать с помощью параметров.

(1) Ошибка хорды кадра, содержащего точку перегиба
Когда кривая, начерченная в CAD, сегментируется в программном обеспечении CAM, то приближенная кривая обычно составляется из сегментов длиной около 10 мкм в пределах допуска кривой (ошибки хорды). Если на кривой имеется точка перегиба, то длина кадра, содержащего точку перегиба, может увеличиться. (Так как допуск применяется на обоих концах рядом с точкой перегиба.) Если длины этих кадров не сбалансированы с длиной предыдущих и последующих кадров, то сплайновая кривая в этом кадре может иметь увеличенную ошибку по отношению к первоначальной кривой.
На участках с допуском (ошибкой хорды) мелкосегментного кадра и сплайновой кривой в кадре, содержащем точку перегиба такого типа, если ошибка хорды превышает настройку параметра (#8027 Toler-1), форма сплайновой кривой автоматически исправляется так, чтобы ошибка находилась в указанных пределах. Однако если максимальная ошибка хорды на соответствующем участке превышает настройку параметра "Toler-1" более чем в пять раз, функция сплайна временно отменяется.
Кривая корректируется только в соответствующем кадре.
В режиме сплайновой интерполяции для каждого кадра выполняются корректировки при следующих условиях.

На сплайновой кривой имеется точка перегиба и максимальная ошибка сплайновой кривой и линейного кадра больше настройки параметра "Toler-1". (Расстояние между P3-P4 на рис. 1)

Если имеют место вышеуказанные условия, то сплайновая кривая исправляется так, чтобы ошибка между P3-P4 на рис. 2 находилась в указанных пределах.

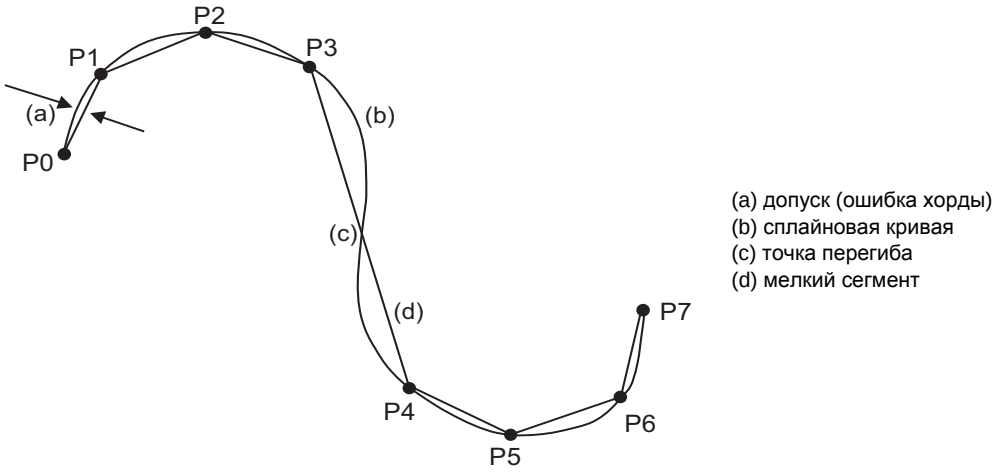


Рис. 1 Сплайновая кривая до коррекции ошибки

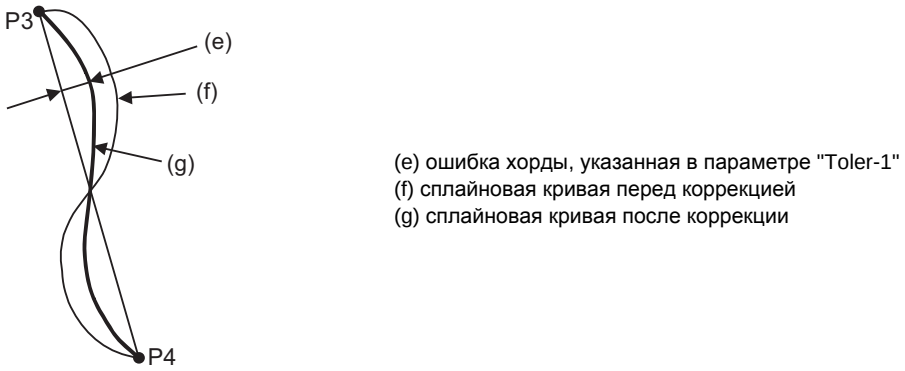


Рис. 2 Сплайновая кривая после коррекции ошибки

В параметре "Toler-1" установите допуск, если траектория обработки создана в виде мелких сегментов с помощью программного обеспечения CAM. Если на фоне близлежащих траекторий резки заметно расширение (или утяжка) траектории, установите меньшее значение.

(2) Ошибка хорды в кадре, не содержащем точку перегиба

Даже в кадрах, не содержащих точку перегиба, если длины кадров не согласованы, допуск сплайновой кривой может увеличиться. Кривая может также расшириться в связи с эффектом, вызванным сравнительно короткими кадрами. На участках, на которых допуск (ошибка хорды) между мелкосегментным кадром и сплайновой кривой в кадре без точки перегиба становится большим, если ошибка хорды на соответствующем участке больше настройки параметра (#8028 Toler-2), форма сплайновой кривой автоматически исправляется так, чтобы ошибка находилась в указанных пределах. Однако если максимальная ошибка хорды на соответствующем участке превышает настройку параметра "Toler-2" более чем в пять раз, функция сплайна временно отменяется.

Кривая корректируется только в соответствующем кадре.

В режиме сплайновой интерполяции для каждого кадра выполняются корректировки при следующих условиях.

На сплайновой кривой нет точки перегиба и максимальная ошибка сплайновой кривой и линейного кадра превышает настройку параметра "Toler-2" (расстояние между P2-P3 на рис. 3)

Если имеют место вышеуказанные условия, то сплайновая кривая исправляется так, чтобы ошибка между P2-P3 на рис. 4 находилась в указанных пределах.

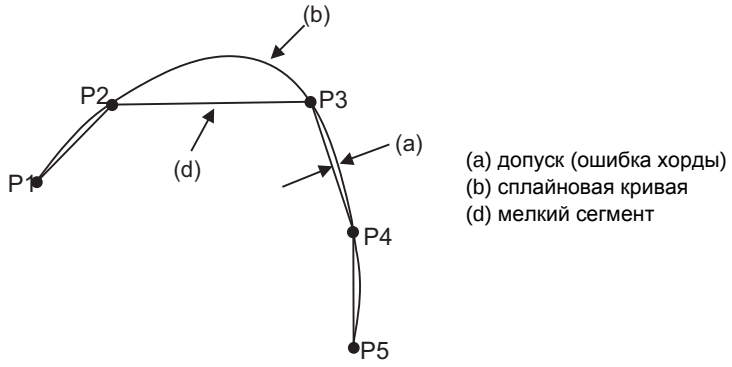


Рис. 3 Сплайновая кривая перед коррекцией ошибки

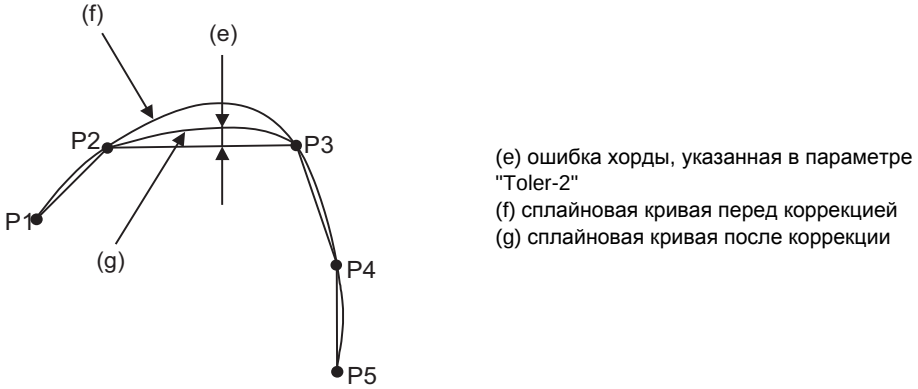
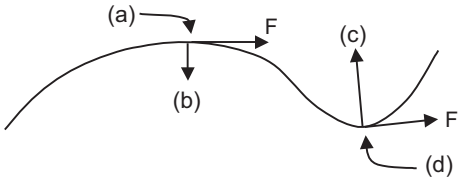


Рис. 4 Сплайновая кривая после коррекции ошибки

Если обрабатываемая форма разбита на мелкие сегменты программным обеспечением CAM, установите допуск в параметре "Toler-2".

Фиксация скорости в зависимости от кривизны

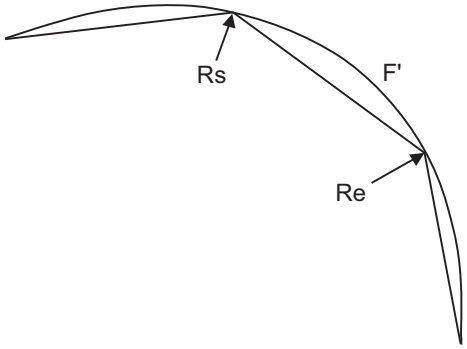
Командная скорость F для функции сплайна во время обработки дуги из линейных сегментов соответствует ранее заданной модальной скорости. Однако если ось подается с той же скоростью, на участках с большой кривизной (с малым радиусом кривизны) может возникать чрезмерное ускорение, как это показано ниже. В таких случаях применяется фиксация скорости.



Ускорение и кривизна

(a) небольшая кривизна (b) небольшое ускорение (c) большое ускорение
(d) большая кривизна F: скорость команды подачи (мм/мин)

При действии функции сплайна всегда действует функция высокоточного управления. Таким образом, даже при изменениях кривизны, показанных на этой кривой, скорость фиксируется так, чтобы не превышалось допустимое значение доинтерполяционного ускорения/замедления, рассчитанное на основе параметров. Фиксированная скорость устанавливается для каждого кадра.
В качестве основного радиуса кривизны R используется меньший радиус из двух − радиуса кривизны Rs в начальной точке кадра и радиуса кривизны Re в конечной точке кадра. На основе этого основного радиуса кривизны R фиксированная скорость F' вычисляется по формуле (1).
Меньшая из двух скоростей − фиксированной скорости F' и командной скорости F − используется в качестве текущей скорости подачи. Это позволяет на протяжении всей кривой вести обработку на скорости подачи, соответствующей радиусу кривизны.



Rs : радиус кривизны в начальной точке кадра (мм)
Re : радиус кривизны в конечной точке кадра (мм)
R : основной радиус кривизны кадра (мм) (меньший из Rs и Re)
ΔV : допустимое значение доинтерполяционного ускорения/замедления
F' : фиксированная скорость (мм/мин)

$$F' = \sqrt{R \times \Delta V \times 60 \times 1000} \times \frac{100 - Ks}{100} \cdots (1)$$

$$\Delta V = \frac{G1bF(mm/min)}{G1btL(ms)}$$

G1bF : целевое доинтерполяционное ускорение/замедление
G1btL : время ускорения/замедления для достижения целевой скорости
Ks : #8019 R COMP (коэффициент точности)

Пример программы

```
 :
G91;
G05 P10000;                          ---------- Включение режима высокоточного управления
 :
G05.1 Q2 X0 Y0 Z0;                   ---------- Включение сплайнового режима
G01 X1000 Z-300 F1000;
X1000 Z-200;
Y1000;
X-1000 Z-50;
X-1000 Z-300;
G05.1 Q0;                            ---------- Выключение сплайнового режима
 :
G05 P0 ;                             ---------- Выключение высокоскоростного высокоточного управления I
 :
```

(1) Функция сплайна выполняет сплайновую интерполяцию, если выполнены все следующие условия. Если следующие условия не выполнены, функция сплайна отменяется один раз, после чего выполняется анализ, должен ли выполняться сплайн со следующего кадра.
- Если длина кадра меньше настройки параметра обработки "#8030 MINUTE LENGTH".
- Если величина перемещения не равна 0.
- Если действует один из следующих режимов.
  G01: линейная интерполяция, G40: отмена компенсации инструмента, G64: режим резания, G80: отмена стандартного цикла, G94: подача в минуту
- Если в команде задана только ось, для которой задана команда G05.1Q2.
- Не выполняется графическая проверка.
- Не выполняется покадровый режим.

(2) Во время сплайнового режима команда для оси должна подаваться после команды G05.1 Q2 в том же кадре. Например, если в сплайновом режиме должны работать ось X и Y, задайте команду "G05.1 Q2 X0 Y0;". В сплайновом режиме кадр с командой для оси, не указанной в команде сплайнового режима (G05.1 Q2 X0 Y0), подвергается линейной интерполяции вместо сплайновой.

(3) Если задана команда G05.1 Q2, однако программа не находится в режиме функции высокоскоростного высокоточного управления II (между командами G05 P10000 и G05 P0), возникает ошибка программы (P34).

(4) Если в режиме функции высокоскоростного высокоточного управления II (между командами G05 P10000 и G05 P0) параметр обработки "#8025 SPLINE ON" установлен на "0" и задана команда G05.1 Q2, возникает ошибка программы (P34).

(5) В команде для функции сплайна можно указать до трех осей, настроенных в качестве базовых осей I, J и K.

Указания

(1) Во время графической проверки функция сплайна отменяется.

(2) Эта функция действует, если параметр базовой спецификации "#1267 ext03/бит 0" установлен на "1". Если команда "G05.1 Q2" установлена на "0", возникает ошибка программы (P34).
Если эта функция отсутствует в спецификациях и при этом задана команда "G05.1 Q2", возникает ошибка программы (P39).

(4) Даже если параметр "#8030 MINUTE LENGTH" установлен на "-1", функция сплайна временно отменяется иными условиями отмены кроме длины кадра (угол отмены, кадр без движения, чрезмерная ошибка хорды и т. п.).

(5) Задавайте команды "G05.1 Q2" и "G05.1 Q0" в независимых кадрах. Если эти команды не заданы в независимых кадрах, возникает ошибка программы (P33).

(6) Если в кадре команды G05.1 отсутствует адрес Q, возникает ошибка программы (P33).

(7) Если количество осей в частичной системе не превышает 3, возникает ошибка программы (P33).

13.19 Высокоточная сплайновая интерполяция ; G61,2

Принцип действия и назначение

Эта функция автоматически вырабатывает сплайновую кривую, которая проходит через последовательность точек, заданных мелкосегментной программой обработки, и интерполирует траекторию вдоль этой кривой. Это делает возможной высокоточную обработку на высокой скорости. Эта функция содержит две функции − функцию сглаживания для стирания ненужных мелких кадров и функцию сплайновой интерполяции для плавного соединения последовательности заданных программой точек.
Действует также функция высокоточного управления G61.1.
Высокоточная сплайновая интерполяция действует только для первой частичной системы.

Функция	Подробное описание
Сглаживание	Стираются сверхмелкие кадры, которые на этапе проектирования часто вставляет программное обеспечение CAM. Такие сверхмелкие кадры могут приводить к появлению царапин на обрабатываемой поверхности и увеличивать время обработки в связи с лишними ускорениями и замедлениями. Эта функция предотвращает вышеназванные проблемы.
Сплайновая интерполяция	Сплайновая интерполяция плавно соединяет последовательность заданных программой точек. Благодаря этому можно получать блестящую обработанную поверхность. Время обработки также может уменьшаться, так как реже происходит замедление на углах детали (по сравнению с обычной линейной интерполяцией).

Формат команды

G61.2 X__ Y__ Z__ F__ ; или G61.2 ; ... Включение сплайнового режима

X	Координата конечной точки оси X
Y	Координата конечной точки оси Y
Z.	Координата конечной точки оси Z
F	Скорость подачи

G64 ; ... Выключение сплайнового режима

Подробное описание

(1) Сглаживание
См. пункт "Дополнительные функции, если включен режим высокоскоростного высокоточного управления II" в разделе "Высокоскоростное высокоточное управление".

(2) Сплайновая интерполяция
См. "Подробное описание" в разделе "Сплайн".

Пример программы

```
:
G91 ;
G61.2 ; ..................... Включение режима высокоточной сплайновой интерполяции
G01 X0.1 Z0.1 F1000 ;
X0.1 Z-0.2 ;
Y0.1 ;
X-0.1 Z-0.05 ;
X-0.1 Z-0.3 ;
G64 ; ........................ Выключение режима высокоточной сплайновой интерполяции
:
```

(1) Сплайновая интерполяция действует, если выполняются все следующие условия. Если следующие условия не выполнены, функция сплайна отменяется один раз, после чего выполняется анализ, должен ли выполняться сплайн со следующего кадра.
- Происходит движение только трех осей, установленных на базовые оси I, J и K.
- Если длина кадра меньше настройки параметра обработки "#8030 MINUTE LENGTH".
- Если величина перемещения не равна 0.
- Команда группы 1 является командой G01 (линейная интерполяция).
- Работа происходит в состоянии модального стандартного цикла
- Не действует режим интерполяции гипотетической оси.
- Не действует модальное трехмерное преобразование координат.
- Не действует покадровый режим.

(2) Функция сплайна является модальной командой группы 13. Эта функция начинает действовать с кадра команды G61.2.

(3) Функция сплайна отменяется командами группы 13 (G61...G64).

(4) Функция сплайна отменяется "сбросом ЧПУ 2", "сбросом и обратной перемоткой", "сбросом ЧПУ 1" (при настройке "не удерживать модальное состояние при сбросе ЧПУ") или выключением и включением питания.

Указания

(1) Эта функция действует, если параметр базовой спецификации "#1267 ext03/бит 0" установлен на "0". Если этот параметр установлен на "1" и задана команда "G05.1 Q2", возникает ошибка программы (P34).

(2) Если эта функция отсутствует в спецификациях и при этом задана команда G05.1Q2, возникает ошибка программы (P39).

(3) Даже если параметр "#8030 MINUTE LENGTH" установлен на "-1", функция сплайна временно отменяется иными условиями отмены кроме длины кадра (угол отмены, кадр без движения, чрезмерная ошибка хорды и т. п.).

(4) При графической проверке вычерчивается форма, соответствующая выключенной сплайновой интерполяции.

(5) Если количество осей в частичной системе не превышает 3, возникает ошибка программы (P34).

13.20 Масштабирование ; G50/G51

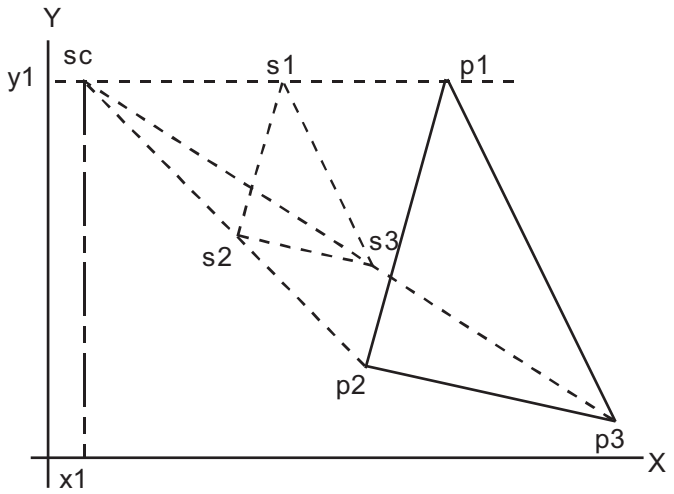
Принцип действия и назначение

Умножая значения команд для движущихся осей на определенный коэффициент в диапазоне, указанном в этой команде, можно увеличить или уменьшить заданную программой форму в требуемой пропорции.

Формат команды

G51 X__ Y__ Z__ P__ ; ... Включение масштабирования

X,Y,Z	Координаты центра масштабирования
P	Коэффициент масштабирования



sc : центр масштабирования

p1,p2,p3: форма программы

s1,s2,s3: форма после масштабирования

G50 ; ... Отмена масштабирования

G51 X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ ; ... Включение масштабирования "В случае установки коэффициента масштабирования для каждой из трех базовых осей"

X,Y,Z	Координаты центра масштабирования
I	Коэффициент масштабирования базовой 1-й оси
J	Коэффициент масштабирования базовой 2-й оси
K	Коэффициент масштабирования базовой 3-й оси

Подробное описание

Указание оси масштабирования, центра масштабирования и коэффициента масштабирования

Команда G51 выбирает режим масштабирования. Команда G51 только указывает ось, центр и коэффициент масштабирования, но не перемещает ось.
Хотя режим масштабирования выбирается командой G51, осью, в отношении которой действительно выполняется масштабирование, является ось, на которой указан центр масштабирования.

(1) Центр масштабирования
- Укажите центр масштабирования в соответствии с тем, какой режим задания значений действует
- абсолютный или инкрементный (G90/G91).
- Центр масштабирования должен быть указан даже в том случае, если в качестве центра используется текущая позиция.
- Как уже упомянуто выше, масштабирование действует только в отношении оси, на которой указан центр.

(2) Коэффициент масштабирования
- Для указания коэффициента масштабирования используйте адрес P или адреса I, J, K.
- Минимальная единица команды : 0.000001
- Диапазон команды: Действуют два диапазона -99999999...99999999 (-99.999999...99.999999 раз) и -99.999999...99.999999, однако команда десятичной точки действительна только после команды G51.
- Если в одном и том же кадре с командой G51 не указан коэффициент, то используется коэффициент, настроенный в параметре "#8072 SCALING P".
- Если в одном и том же кадре заданы адрес P и адреса I, J, K, то для трех базовых осей применяется коэффициент, указанный адресами I, J, K. Для иных осей применяется коэффициент, указанный адресом P.
- Если во время режима масштабирования изменяется коэффициент, значение этого параметра не становится действительным. Масштабирование выполняется на основе настройки, которая использовалась на момент подачи команды G51.
- Если коэффициент не указан ни в программе, ни в параметре, он интерпретируется как 1.

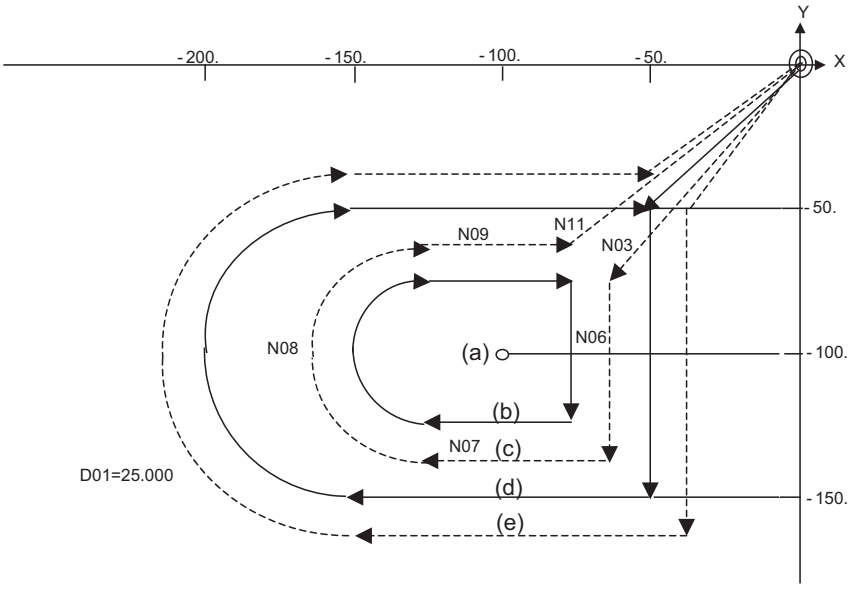
(3) В следующих случаях возникает ошибка программы.
- Задана команда масштабирования, хотя масштабирования нет в спецификациях. (P350)
- В одном и том же кадре с G51 превышен верхний предел диапазона команды коэффициента. (P35)
(Если используется коэффициент масштабирования в параметре обработки и -0.000001 < коэффициент < 0.000001 или коэффициент больше 99.999999 или меньше -99.999999, коэффициент интерпретируется как 1.)

Отмена масштабирования

Масштабирование отменяется в результате подачи команды G50.

Пример программы

(Пример 1)



(a) центр масштабирования

(b) запрограммированная траектория после масштабирования 1/2

(c) траектория инструмента после масштабирования 1/2

(d) запрограммированная траектория, если масштабирование не применено

(e) траектория инструмента, если масштабирование не применено

<Программа>

```
N01 G92      X0 Y0 Z0;
N02 G90 G51 X-100. Y-100. P0.5;
N03 G00 G43 Z-200. H02;
N04 G41      X-50.  Y-50.  D01;
N05 G01      Z-250. F1000;
N06          Y-150. F200;
N07          X-150.;
N08 G02      Y-50.  J50.;
N09 G01      X-50.;
N10 G00 G49 Z0;
N11 G40 G50 X0 Y0;
N12 M02;
```

Связь с другими функциями

(1) Команда контроля референтной позиции G27
Если во время масштабирования задается команда G27, масштабирование отменяется при завершении команды.

(2) Команда возврата в референтную позицию (G28, G29, G30)
Если во время масштабирования заданы команды G28, G30 или команда возврата в референтную позицию, то масштабирование отменяется в средней точке и ось возвращается в референтную позицию. Если средняя точка должна игнорироваться, ось возвращается непосредственно в референтную точку.
Если во время масштабирования задается команда G29, то масштабирование применяется к движению после средней точки.

(3) Команда G60 (однонаправленное позиционирование)
Если во время масштабирования задана команда G60 (однонаправленное позиционирование), масштабирование применяется к точке окончательного позиционирования и не применяется к величине ползучего движения. Таким образом, величина ползучего движения остается прежней, вне зависимости от масштабирования.

(4) Переключение системы координат детали
Если во время масштабирования переключена система координат детали, центр масштабирования смещается на разность между величинами смещения новой и прежней системы координат детали.

(5) Во время поворота фигуры
Если во время масштабирования задается поворот фигуры, то масштабирование применяется к центру поворота фигуры и радиусу поворота.

(6) Команда масштабирования в подпрограмме поворота фигуры
Если команда масштабирования задается в подпрограмме поворота фигуры, то масштабирование можно применить только к форме, указанной подпрограммой, и нельзя применить к радиусу поворота фигуры.

(7) Во время поворота координат
Если масштабирование задается во время поворота координат, то поворачивается центр масштабирования. Масштабирование выполняется на основе этого повернутого центра масштабирования.

(8) Команда G51
Если во время режима масштабирования задана команда G51, то ось, центр которой был указан последним, становится действительной и для масштабирования. Становится действительным также коэффициент, указанный в самой последней команде G51.

Указания

(1) Масштабирование не применяется к величинам компенсации радиуса инструмента, компенсации позиции инструмента, компенсации длины инструмента и т. п. (Компенсация рассчитывается для формы после масштабирования.)

(2) Масштабирование действительно только в отношении команд движения в автоматическом режиме. Оно не действует в отношении ручных движений.

(3) Для X, Y и Z, масштабирование действительно только для указанных осей и не применяется к неуказанным осям.

(4) Если задается дуга и масштабирование действительно для одной из двух осей, определяющих плоскость дуги, возникает ошибка программы (P70).

(5) Если во время режима масштабирования задан код M02 или M30 или выполнен сброс ЧПУ, режим переключается на режим отмены.

(6) Если во время масштабирования смещается система координат (команда G92, G52), центр масштабирования также смещается на величину разности.

(7) Если во время масштабирования выполнено ручное прерывание, то ручной выбор абсолютного значения игнорируется для движения, за которым следует инкрементная команда, и работа выполняется аналогично тому, как если бы режим ручного абсолютного задания был выключен.

13.21 Поворот координат с помощью программы ; G68/G69

Принцип действия и назначение

Эта функция упрощает обработку сложной формы, занимающей повернутое положение относительно системы координат. Функция позволяет программировать форму в локальной системе координат без поворота, а затем задать угол поворота в команде поворота координат.

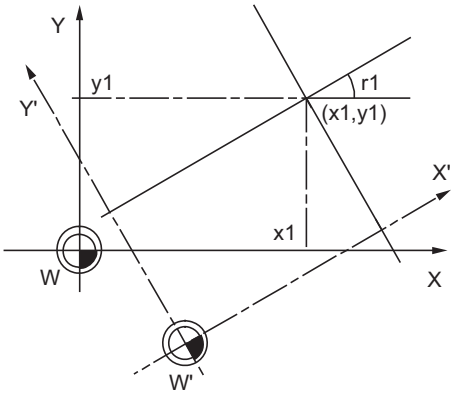
Формат команды

G68 X__ Y__ R__; ... Включение поворота координат

X,Y	Координаты центра поворота Указываются абсолютные позиции по двум осям (X,Y или Z), соответствующим выбранной плоскости.
R	Угол поворота Положительным направлением "+" является поворот против часовой стрелки.

G69 ; ... Отмена поворота координат

Задайте плоскость с помощью G17 – G19.



W : Первоначальная локальная координата

W' : Повернутая локальная система координат

r1 : Угол поворота

(x1, y1) Центр вращения

Подробное описание

(1) Координату центра вращения (x1, y1) всегда задавайте в абсолютном виде. Даже если ее задать в инкрементном виде, она не будет рассматриваться как инкрементная величина. Угол поворота "r1" зависит от модальной команды G90/G91.

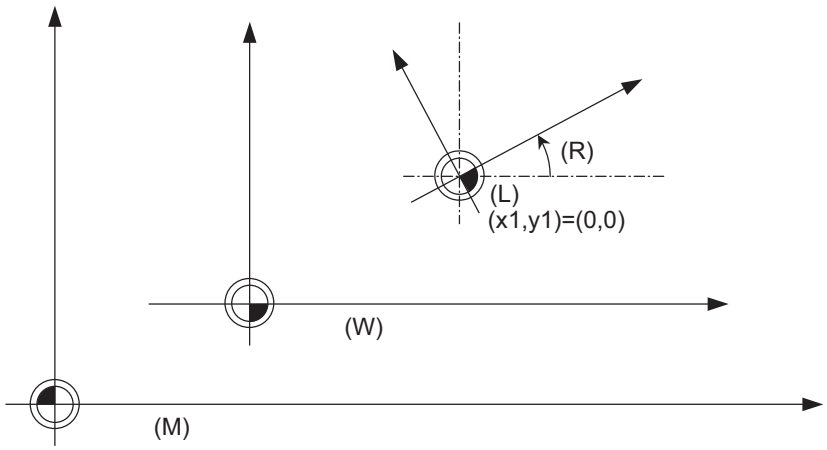
(2) Если координаты центра вращения (x1, y1) не указаны, то в качестве центра вращения используется позиция, в которой была задана команда G68.

(3) Поворот осуществляется против часовой стрелки на угол, указанный как угол поворота r1.

(4) Диапазон настройки угла поворота r1: от -360.000 до 360.000. Если задана команда, превышающая 360 градусов, то она интерпретируется как остаток от деления на 360 градусов.

(5) Так как угол поворота "r1" является модальной информацией, после его задания он продолжает действовать до тех пор, пока не будет задан новый угол. Таким образом, команду угла поворота "r1"можно не указывать. Если угол поворота не указан в самой первой команде G68, "r1" интерпретируется как "0".

(6) Функция программного поворота координат используется в локальной системе координат. Ниже пояснена взаимосвязь повернутой системы координат, системы координат детали и базовой системы координат станка.



(R) Угол поворота
(L) Локальная система координат
(W) Система координат детали
(M) Базовая система координат станка

(7) Команда поворота координат во время поворота координат интерпретируется как изменение координат центра и угла поворота.

(8) Если во время режима поворота координат задана команда M02 или M30 или поступил сигнал сброса, режим поворота координат отменяется.

(9) Во время режима поворота координат команда G68 отображается в экранной странице модальной информации. При отмене режима индикация изменяется на G69. (Модальное значение для команды угла поворота R не отображается.)

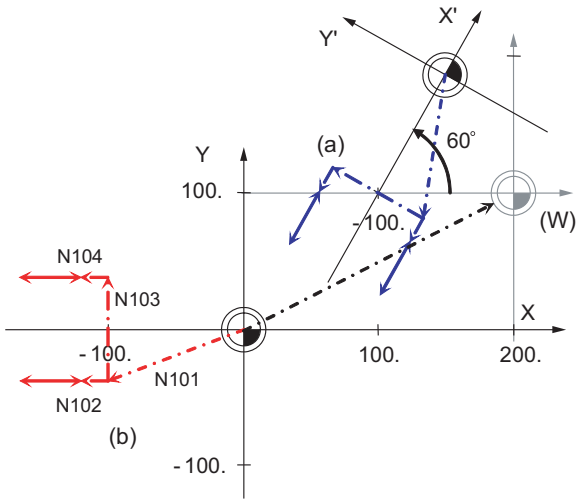
(10) Функция программного поворота координат действует только в автоматическом режиме.

Пример программы

Программный поворот координат по абсолютной команде

N01 G28 X0. Y0.;	
N02 G54 G52 X200. Y100. ;	Указание локальной координаты
N03 T10 ;	
N04 G68 X-100. Y0. R60. ;	Включение поворота координат
N05 M98 H101 ;	Выполнение подпрограммы
N06 G69 ;	Отмена поворота координат
N07 G54 G52 X0 Y0 ;	Отмена локальной системы координат
N08 M02 ;	Конец

Подпрограмма
(форма, запрограммированная в первоначальной системе координат)
N101 G00 X-100. Y-40.;
N102 G83 X-150. R-20. F100 ;
N103 G00 Y40. ;
N104 G83 X-150. R-20. F100 ;
N105 M99



(a) фактическая форма обработки

(b) координата программы

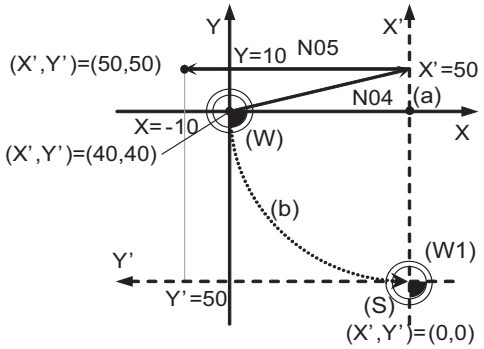
(W) локальные координаты (до поворота координат)

Работа, если первая команда движения относится только к одной оси

Сразу после команды поворота координат всегда задавайте абсолютную команду для двух осей в плоскости вращения. Если задана команда только для одной оси, то вариант выполнения можно выбрать с помощью параметра "#19003 PRG coord rot type".

(1) Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "1", то работа эквивалентна заданию в кадре "N04" команды "X50.Y0.". Конечная точка рассчитывается в предположении, что начальная точка поворачивается вместе с поворотом координат.

N01 G17 G28 X0. Y0.;	
N02 G90 G92 G53 X0. Y0.;	
N03 G68 X40. Y0. R90.;	Включение поворота координат
N04 X50.;G04 X5. ;	
N05 Y50.;	
N06 G69 ;	Отмена поворота координат
N07 M02 ;	Конец



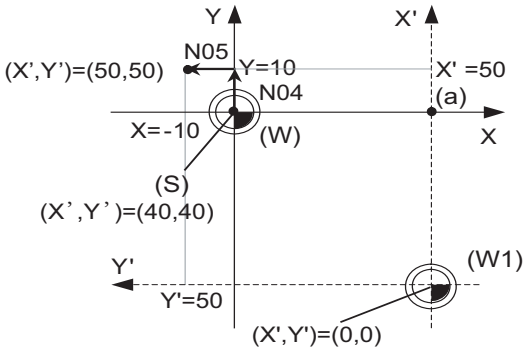
→ Траектория движения станка (S) начальная точка

(a) центр вращения (b) начальная точка поворачивается виртуально

(W) локальная система координат до поворота (W') локальная система координат после поворота

(2) Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "0", то перемещается только ось, для которой задана команда в N04 (ось X). Начальная точка вместе с поворотом координат не поворачивается. Поэтому конечная позиция рассчитывается на основе текущей позиции в локальной системе координат перед поворотом.

N01 G17 G28 X0. Y0.;	
N02 G90 G92 G53 X0. Y0.;	
N03 G68 X40. Y0. R90.;	Включение поворота координат
N04 X50.;G04 X5. ;	
N05 Y50.;	
N06 G69 ;	Отмена поворота координат
N07 M02 ;	Конец



→ Траектория движения станка (S) начальная точка

(a) центр вращения

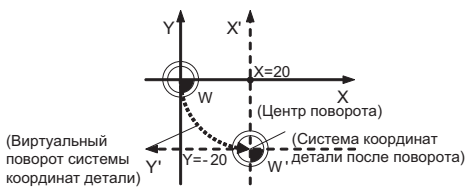
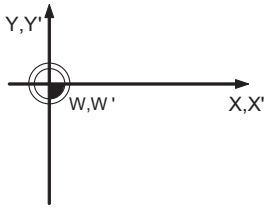
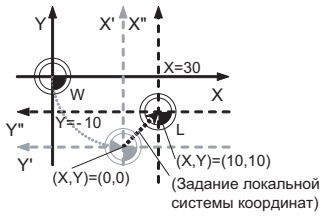
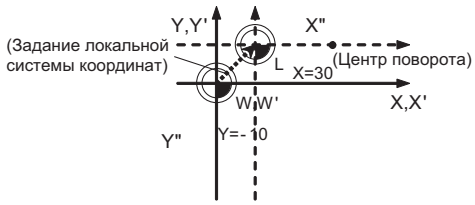
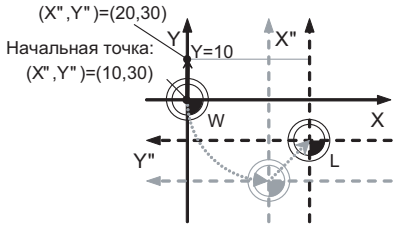
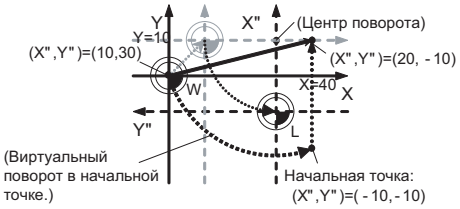
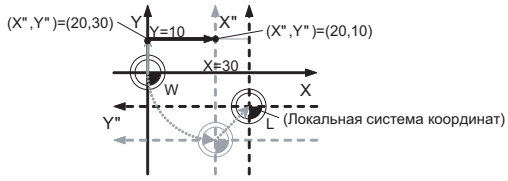
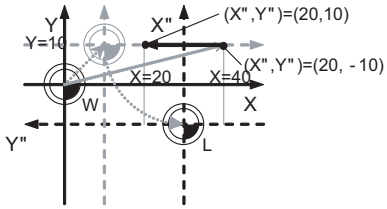
(W) локальная система координат до поворота (W') локальная система координат после поворота

Указание локальной координаты во время программного поворота координат

(1) Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "0", то в качестве нулевой точки локальной координаты устанавливается заданная командой позиция в повернутой системе координат.

(2) Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "1", то в качестве нулевой точки локальной координаты устанавливается заданная командой позиция в системе координат перед поворотом и локальная координата поворачивается.

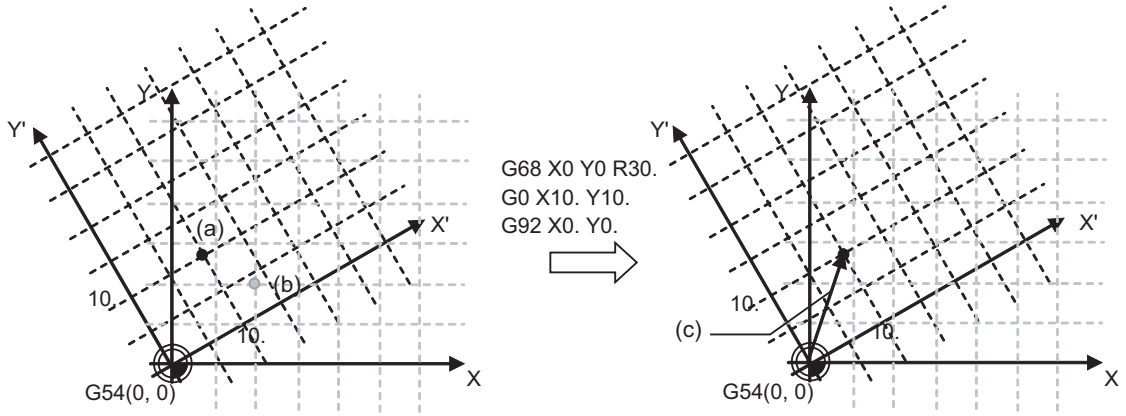
N01 G17 G28 X0. Y0.;		
N02 G90 G92 G53 X0. Y0.;		
N03 G68 X20. Y0. R90.;	Включение поворота координат	
N04 G52 X10. Y10.;	Указание локальной координаты	
N05 X20.;		
N06 Y10.;		
N07 G69 ;	Отмена поворота координат	W : Система координат детали
N08 M02 ;	Конец	L : Локальная система координат

	(1) работа при #19003 = 0	(2) работа при #19003 = 1
N03		
	Система координат детали повернута виртуально.	Система координат детали не повернута.
N04		
	Нулевая точка координат детали после поворота интерпретируется как (X,Y) = (0,0). Позиция после смещения на 10 в направлениях X и Y устанавливается как нулевая точка локальной координаты. * Направление смещения не является направлением X' и Y'.	Указание локальной системы координат в системе координат детали.
N05		
	Заданная в команде ось движется в соответствии с повернутой системой координат. * Ось без команды движения не движется.	Заданная в команде ось движется в соответствии с повернутой системой координат. * Ось без команды движения движется в позицию в повернутой системе координат.
N06		

Указание системы координат во время программного поворота координат

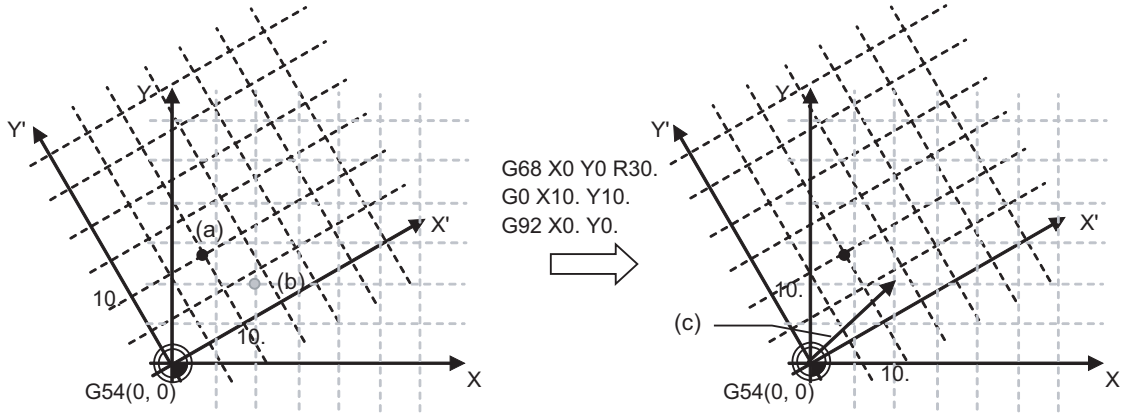
Если настройка системы координат (G92) выполняется во время программного поворота координат (G68), то такая программа работает аналогично варианту "Указание локальной координаты во время программного поворота координат".

(1) Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "0", то позиция предустанавливается на текущую позицию, заданную командой в повернутой системе координат.
Пример. Указание в системе координат (X'-Y') после поворота



(a) Позиция после поворота
(b) Позиция, заданная командой
(c) Величина смещения G92

(2) Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "1", то позиция соответствует текущей позиции, заданной командой в системе координат до поворота. Система координат поворачивается после задания позиции.
Пример. Настройка в системе координат (X-Y) после поворота



(a) Позиция после поворота
(b) Позиция, заданная командой
(c) Величина смещения G92

(Примечания 1)Если параметр "#19003 PRG coord rot type" установлен на "1" и во время режима поворота координат выполнена настройка системы координат (G92), то центр вращения программного поворота координат не смещается.
(Та же позиция относительно базовой системы координат станка)

Связь с другими функциями

(1) Если во время режима поворота координат задан код выбора плоскости, возникает ошибка программы (P111).
(2) Если во время режима поворота координат задана интерполяция полярных координат, возникает ошибка программы (P485).
(3) Если во время режима интерполяции полярных координат задан поворот координат, возникает ошибка программы (P481).
(4) Если во время режима поворота координат задана цилиндрическая интерполяция, возникает ошибка программы (P485).
(5) Если во время режима цилиндрической интерполяции задан поворот координат, возникает ошибка программы (P481).
(6) Если во время режима поворота координат задана система координат детали (G92.1), возникает ошибка программы (P34).
(7) Если во время режима поворота координат задан режим высокоточного управления, режим высокоскоростной обработки или режим высокоскоростной высокоточной обработки I или II, возникает ошибка программы (P34).

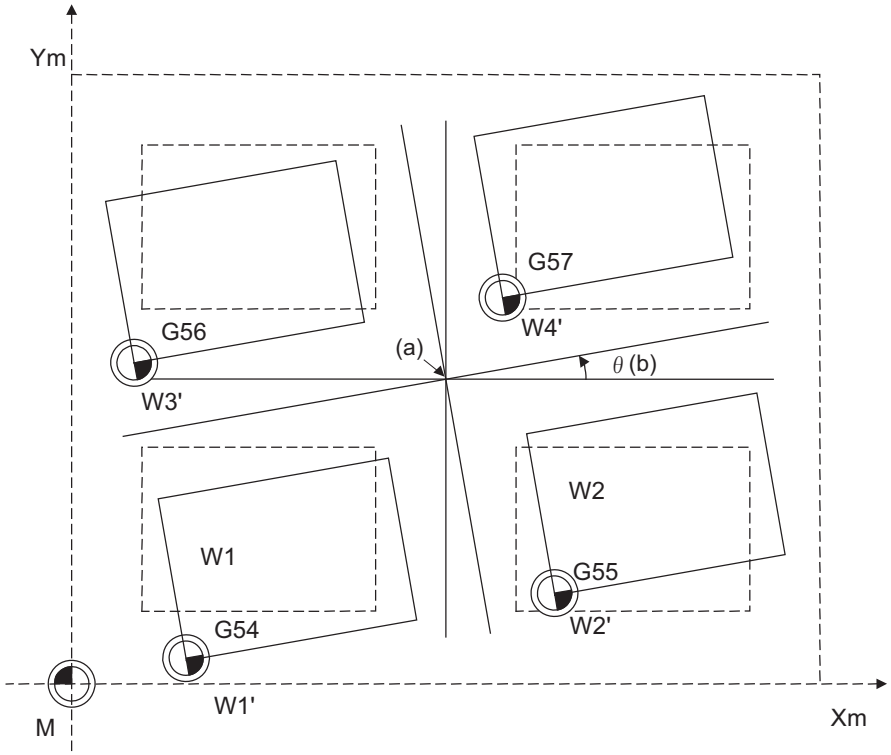
Указания

(1) Всегда задавайте абсолютную команду движения сразу после команд G68 и G69.
(2) Если включено ручное абсолютное задание и оно прервало ось поворота координат, не используйте автоматический режим для следующей абсолютной команды.
(3) Промежуточная точка во время возврата в референтную точку является позицией после поворота координат.
(4) Если во время режима поворота координат изменена величина смещения системы координат детали, то центр вращения для программного поворота координат смещается. (Центр следует за системой координат.)
(5) Если во время режима поворота координат изменены координаты детали (например, G54...G55), то центром вращения программного поворота координат будет позиция в системе координат, в которой была задана команда. (Та же позиция относительно базовой системы координат станка)
(6) Если поворот координат выполнен в отношении команды G00 только для одной оси, перемещаются две оси. Если задана команда G00 без интерполяции (параметр "#1086 G0Intp" = 1), то каждая ось перемещается независимо на соответствующей скорости быстрого хода. Если ось должна перемещаться линейно (с интерполяцией) от начальной точки к конечной точке (например, во время цикла обработки отверстий), всегда выключайте безинтерполяционный режим G00 (параметр "#1086 GOIntp" = 0). В этом случае скоростью подачи является результирующая скорость быстрого хода каждой оси, т. е. скорость движения будет выше чем в случае перемещения только одной оси (перед поворотом координат).
(7) Если отсутствуют спецификации для команды поворота координат, то при повороте координат возникает ошибка программы (P260).
(8) Во время режима поворота координат компенсация выполняется в отношении локальной системы координат после поворота координат. Направление компенсации определяется системой координат до поворота.
(9) Зеркальное отображение во время режима поворота координат применяется к локальной системе координат после поворота координат.
(10) На дисплее позиции после поворота всегда отображаются в локальной системе координат до поворота.
(11) Если считываются переменные значений координат, то все позиции всегда относятся к системе координат до поворота.
(12) Поворот координат возможен и для параллельной оси. Прежде чем подавать команду G68, выберите плоскость, содержащую параллельную ось. Плоскость не может быть выбрана в одном и том же кадре с командой G68.
(13) Координаты можно повернуть и для оси вращения. При повороте угол интерпретируется как длина.

13.22 Поворот координат на основе параметров ; G10 I_ J_/K_

Принцип действия и назначение

Если между линией, по которой выровнена закрепленная в станке деталь, и координатной осью системы координат станка имеется некоторое отклонение, то для управления станком можно повернуть координаты программы на величину отклонения линии, по которой выровнена деталь. Величина поворота координат устанавливается в параметрах. Параметр можно настроить на экранной странице настройки параметров или с помощью команды G10. Учитывайте, что для использования команды G10 необходимы опциональные спецификации "Ввод параметров с помощью программы". Ниже поясняется использование команды G10.



(a) центр вращения (b) угол поворота

Формат команды

```
G10 I__ J__ ;
```

```
G10 K__ ;
```

I	Горизонтальный вектор. Командное значение соответствует параметру ″Coord rot plane (H)″, устанавливаемому в экране ввода параметров. Диапазон командных значений: от -999999.999 до 999999.999 Угол поворота координат рассчитывается автоматически при задании компонентов вектора в команде.
J	Вертикальный вектор. Командное значение соответствует параметру ″Coord rot plane (V)″, устанавливаемому в экране ввода параметров. Диапазон командных значений: от -999999.999 до 999999.999 Угол поворота координат рассчитывается автоматически при задании компонентов вектора в команде.
K	Командное значение угла поворота соответствует параметру ″Coord rot angle″, устанавливаемому в экране ввода параметров. Диапазон командных значений: от -360.000 до 360.000 При задании команды угла поворота координат установите содержимое вектора на ″0″.

Параметры, отображаемые в экране настройки параметров, можно изменять из программы обработки.

Подробное описание

(1) Позиция центра вращения указывается в системе координат станка.

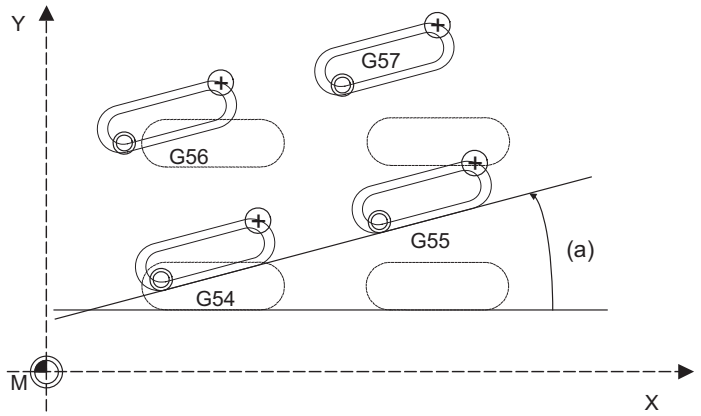
(2) По команде поворота поворачиваются все системы координат детали G54...G59.
Так как система координат станка не поворачивается, это означает, что в системе координат после поворота образуется гипотетическая система координат станка.

(3) Счетчик значения координаты не поворачивается. Позиция отображается в первоначальной системе координат детали (не повернутой).

(4) Если настройка сделана в экранной странице настройки параметров, то эта настройка начинает действовать при запуске цикла после установки параметров. Если настройка сделана с помощью команды G10, то она начинает действовать сразу.

Пример программы

(1) Применение для компенсации позиционного отклонения устройства смены спутников



(a) Поворот (15 градусов)

```
N01 G28 X0 Y0 Z0 ;
N02 M98 P9000 ;    Измерение отклонения спутника
N03 G90 G53 X0 Y0 ;    Смещение величины параллельного
перемещения
N04 G92 X0 Y0 ;      Определение величины параллельного
перемещения
N05 G10 K15. ; Определение величины поворота
N06 G90 G54 G00 X0 Y0 ;     Обработка детали G54
N07 M98 H101 ;
N08 G90 G55 G00 X0 Y0 ;    Обработка детали G55
N09 M98 H101 ;
N10 G90 G56 G00 X0 Y0 ;    Обработка детали G56
N11 M98 H101 ;
N12 G90 G57 G00 X0 Y0 ;    Обработка детали G57
N13 M98 H101 ;
N14 G27 X0 Y0 Z0 ;
N15 M02 ;

Программа формы обработки
N101 G91 G01 G42 D01 F300 ;
N102 X100 ;
N103 G03 Y50. R25. ;
N104 G01 X-100. ;
N105 G03 Y-50. R25. ;
N106 G01 G40 ;
N107 M99 ;
```

Указания

(1) Если во время выполнения поворота координат в команде указан нулевой угол поворота, то поворот отменяется при следующей команде движения вне зависимости от G90 или G91.

(2) Команду первого движения после этой команды задавайте в режиме G00 или G01. Если задана команда дуги, начальная точка дуги не поворачивается. Однако конечная точка дуги поворачивается. Это приводит к тому, что радиус в начальной и конечной точке различается и возникает ошибка программы (P70).

(3) Если данные вводятся с помощью функции ввода-вывода данных, то угол поворота координат интерпретируется как имеющийся и автоматический расчет на основе компонентов вектора не выполняется.

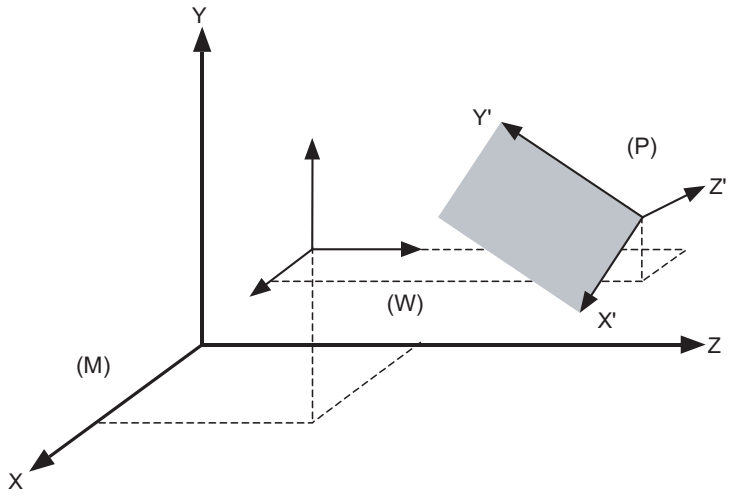
(4) Не используйте эту команду с командами G54...G59, G90 и G91. При их использовании команда выполняется неправильно.

(5) Если в команде заданы и оба вектора (вертикальный и горизонтальный, I и J), и угол поворота, то приоритет имеет угол поворота.

13.23 Трехмерное преобразование координат ; G68/69

Принцип действия и назначение

С помощью функции трехмерного преобразования координат можно определить новую систему координат, сместив нулевую точку и совершив поворот относительно осей X, Y и Z системы координат детали, действующей в данный момент. С помощью этой функции можно определить произвольную пространственную плоскость и вести обработку в этой плоскости на основе обычных команд программы. Для пользования этой функцией нужны опциональные спецификации.
Если задана команда трехмерного преобразования координат, однако соответствующая опция не имеется, возникает ошибка программы.



(M) система координат станка | (P) система координат программы G68 | (W) система координат детали

При задании команды G68 нулевая точка смещается на значение команды (x, y, z) по отношению к текущей локальной системе координат. Создается новая система координат программы G68, повернутая на указанный угол поворота "r" по отношению к направлению заданного в команде центра вращения (i, j, k). Если смещение локальной системы координат не включено, локальная система координат эквивалентна системе координат детали.

Формат команды

G68 X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ R__ ; ... Команда режима трехмерного преобразования координат

X,Y,Z	Координаты центра вращения обозначают абсолютную позицию в локальной системе координат.
I,J,K	Направление оси центра вращения (1: указано 0: не указано) Учитывайте, что "1" указывается только для одной из трех осей. Для остальных двух осей указывается "0".
R	Угол поворота Направление против часовой стрелки, глядя на центр вращения со стороны положительного конца оси центра вращения, является положительным направлением (+). Диапазон настройки: от -360 до 360°. Единица кадра соответствует минимальной единице команды.

G69 ; ... Команда отмены режима трехмерного преобразования координат

Подробное описание

(1) Команду координат центра вращения задавайте в абсолютном виде.
(2) Если координаты центра вращения не указаны, то в качестве центра вращения используется нулевая точка системы координат, настроенной в данный момент.
(3) Укажите значения для всех компонентов I, J и K.
Если какой-либо из компонентов I, J, K не указан, то действует команда программного поворота координат.
(4) Установите "1" только для одного из компонентов I, J и K. Для двух других компонентов укажите "0".
Если "1" установлена для двух или более компонентов, возникает ошибка программы (P33).
(5) Та же ошибка программы (P33) возникает в случае, если для всех компонентов I, J и K указан "0".
(6) Если указаны адреса I, J и K, это интерпретируется как программный поворот координат.
(7) Если для адресов I, J и K указаны любые иные значения кроме "0" (в том числе числа из двух или более разрядов), то они интерпретируются как "1". Если указано "пусто", это интерпретируется как "0".
(8) Если во время модального действия команды трехмерного преобразования координат задан G-код, задание которого не допустимо, возникает ошибка программы (P921).
Если трехмерное преобразование координат задано во время модального состояния, при котором трехмерное преобразование координат не допустимо, также возникает ошибка программы (P922).
Если в одном и том же кадре с командой G68 заданы G-коды, которые не могут быть заданы в одной команде с G68, возникает ошибка программы (P923).
(9) Команда трехмерного преобразования координат для поворотной оси вызывает ошибку программы (P32).
(10) Если задана команда трехмерного преобразования координат, однако спецификации для трехмерного преобразования координат отсутствуют, возникает ошибка программы (P920).

Система координат

(1) При задании команды трехмерного преобразования координат новая система координат (программная система координат G68) создается на основе локальной системы координат.
(2) Системой координат для координат центра вращения для трехмерного преобразования координат является локальная система координат. Таким образом, на эти системы координат влияют следующие смещения системы координат и величина смещения система координат.
- смещение локальной системы координат по команде G52
- величина смещения G92 при задании команды G92
- смещение системы координат, соответствующее системе координат детали, выбранной с помощью команды
- внешнее смещение координат детали
- величина, заданная при ручном прерывании, или ручная величина подачи, если ручное абсолютное задание выключено
(3) Если во время модального действия трехмерного преобразования координат еще раз задана команда трехмерного преобразования координат, то система координат программы G68 создается на основе текущей системы координат программы G68 и используется как новая система координат программы G68.
(4) В системе координат программы G68 не может быть создана локальная система координат (G52). (При задании команды G52 возникает ошибка программы (P921).)
(5) Систему координат программы G68 можно сбросить либо с помощью команды G69, либо по сигналу сброса. (если параметр "#1151 rsint" установлен на "0", то "сброс 1" в этом случае не действует)

Угол поворота

(1) Направление поворота против часовой стрелки, глядя на центр вращения с положительного конца оси центра вращения, является положительным направлением (+).
(2) Единица команды угла поворота без десятичной точки зависит от параметра "#1078 Decpt" (десятичная точка, тип 2).
(3) Если угол поворота не указан, он интерпретируется как 0°.

Координаты центра вращения

(1) Система координат центра вращения G68 задается в локальной системе координат (система координат программы G68 во время модального трехмерного преобразования координат).
(2) Указанная координата центра вращения обрабатывается как абсолютная команда вне зависимости от модального режима задания, действующего в данный момент (абсолютное или инкрементное задание, G90/G91).
(3) Если координата центра вращения опущена, она интерпретируется как нулевая точка текущей локальной координаты (система координат программы G68 во время модального трехмерного преобразования координат) для оси опущенного адреса. (Аналогично тому, как если бы был указан "0")

Множественные команды G68

Если команда трехмерного преобразования координат задается во время модального действия трехмерного преобразования координат, то действуют две или более команды.
(1) Команда трехмерного преобразования координат, заданная во время модального действия другой команды трехмерного преобразования координат, комбинируется с модальным преобразованием.
(2) Если на модальное трехмерное преобразование координат накладывается другое трехмерное преобразование координат, то накладывающееся трехмерное преобразование координат создается в системе координат (система координат программы G68), созданной в результате модального трехмерного преобразования координат.
Таким образом, ось вращения и координаты должны быть указаны в этой системе координат программы G68.
Если для каждой из осей X и Y создается система координат, повернутая на 90°, то команды следует задавать как в примере 2, а не как в примере 1.

<Пример 1>	G68 X0.Y0.Z0.I1J0K0 R90.; Поворот оси X на 90° G68 X0.Y0.Z0.I0J1K0 R90.; Поворот оси Y на 90° (указанная здесь ось Y является осью Z первоначальной системы координат.)
<Пример 2>	G68 X0.Y0.Z0.I1J0K0 R90.; Поворот оси X на 90° G68 X0.Y0.Z0.I0J0K1 R-90.; Поворот оси Z на -90° (ось Z, указанная в повороте на -90, является осью Y первоначальной системы координат, повернутой на +90.)

Метод преобразования для трехмерного преобразования координат

Значения координат (Xp, Yp, Zp) в последней настроенной системе координат программы G68 и значения координат (Xm, Ym, Zm) в базовой системе координат детали преобразуются, как это показано ниже.

Первая команда G68
[Xm, Ym, Zm, 1] = [Xp, Yp, Zp, 1] R1 T1 ..... (прямая строка)
[Xp, Yp, Zp, 1] = [Xm, Ym, Zm, 1] ($T1^{-1}$) ($R1^{-1}$) ..... (обратная строка)

Вторая команда G68
[Xm, Ym, Zm, 1]=[Xp, Yp, Zp, 1]R2 T2 R1 T1
[Xp, Yp, Zp, 1]=[Xm, Ym, Zm, 1]($T1^{-1}$)($R1^{-1}$)($T2^{-1}$)($R2^{-1}$)

R1, R2 : Строка поворота, вычисленная на основе первого и второго параметра G68
T1, T2 : Строка движения, вычисленная на основе первого и второго параметра G68

Матрицы преобразования Rn и Tn (n = 1, 2) имеют следующий вид.

Матрица преобразования Rn

Указание I (поворот вокруг оси X)	Указание J (поворот вокруг оси Y)	Указание K (поворот вокруг оси Z)
$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos R & \sin R & 0 \\ 0 & -\sin R & \cos R & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos R & 0 & -\sin R & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin R & 0 & \cos R & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos R & \sin R & 0 & 0 \\ -\sin R & \cos R & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

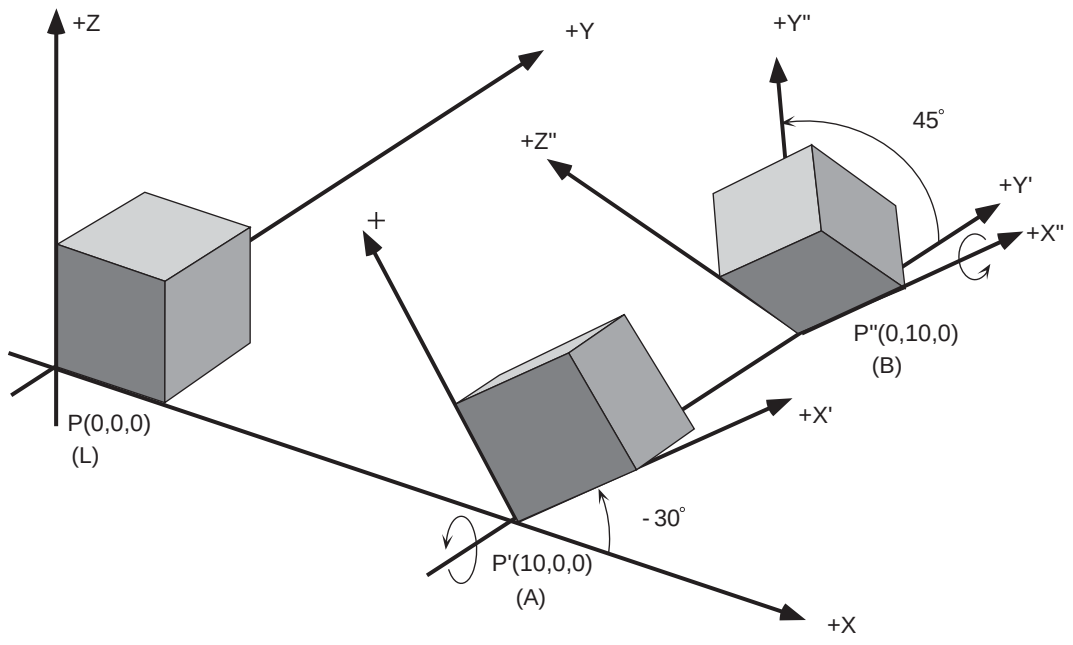
Матрица преобразования Tn

$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x & y & z & 1 \end{pmatrix}$	x, y, z : Координаты центра вращения (величина параллельного перемещения) I, J, K : Выбор оси вращения R : Угол поворота

Пример программы

Пример программы 1

N1 G68 X10.Y0. Z0. I0 J1 K0 R-30.;
N2 G68 X0. Y10. Z0. I1 J0 K0 R45.;
:
N3 G69;



(1) В кадре N1 нулевая точка смещается на (x, y, z) = (10., 0, 0) по отношению к локальной системе координат, настроенной на данный момент. Устанавливается новая система координат программы G68 (A), повернутая на -30° против часовой стрелки с использованием оси Y в качестве центра вращения.

(2) В кадре N2 нулевая точка смещается на (x, y, z) = (0, 10., 0) по отношению к только что настроенной системе координат программы G68 (A). Устанавливается новая система координат программы G68 (B), повернутая на +45° против часовой стрелки с использованием оси X в качестве центра вращения.

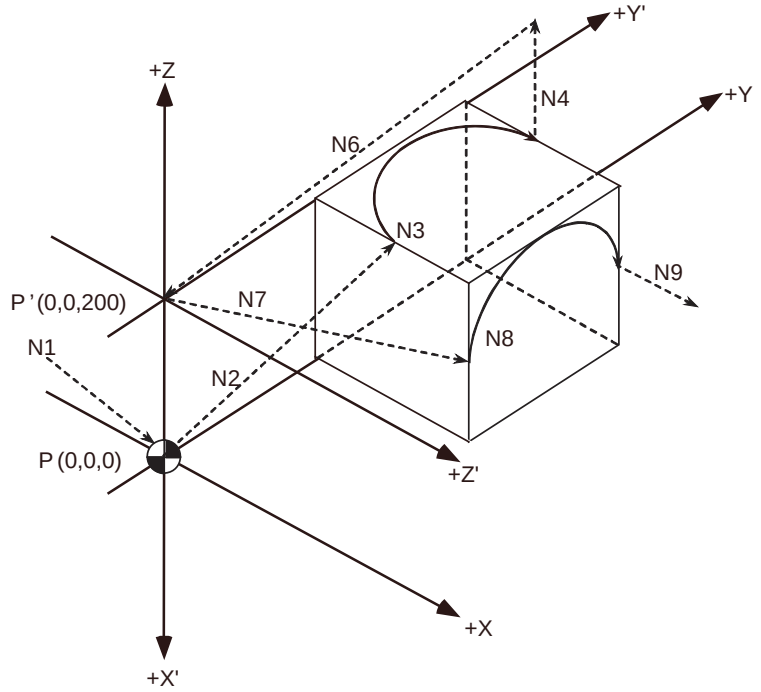
(3) В кадре N3 все настроенные системы координат программы G68 отменяются и восстанавливается состояние, имевшее место перед подачей первой команды G68.

Пример программы 2

Это только пример программы для разъяснения операций. (Чтобы действительно вести обработку на станке с помощью этой программы, нужны специальные инструменты и функции смены инструмента.)

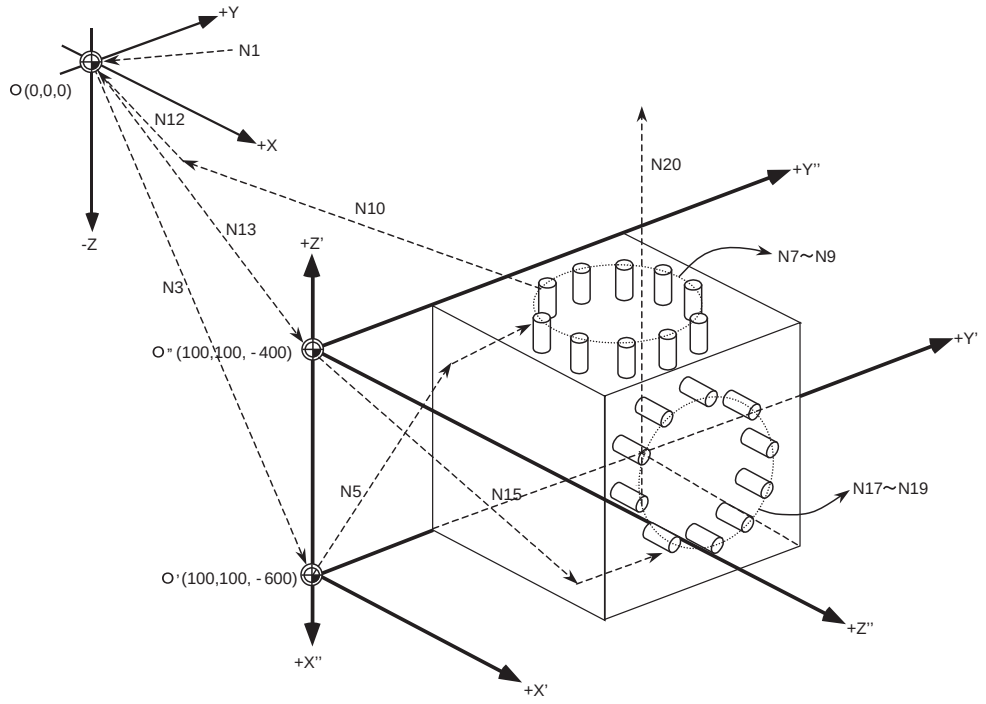
(1) Пример программы обработки с резкой по дуге
В следующем примере программы в кадре N3 выполняется резка по дуге на верхней поверхности детали, а затем такая же резка выполняется на боковой поверхности детали. Применив трехмерное преобразование координат, для обработки на боковой поверхности можно использовать тот же самый процесс (кадр N8).

N01 G17 G90 G00 X0 Y0 Z0;	Позиционирование в нулевой точке детали P.
N02 G00 X100. Y200. Z200.;	Перемещение в позицию (100, 200, 200) на скорости быстрого хода.
N03 G02 X100. Y400. J100. F1000;	Резка по дуге на верхней поверхности детали.
N04 G00 Z300.;	Отвод на +100 в направлении +Z на скорости быстрого хода.
N05 G68 X0 Y0 Z200. I0 J1 K0 R90.;	Установка системы координат программы G68 (X'Y'Z'), повернутой на +90° вокруг оси Y (0,0,200).
N06 G17 G90 G00 X0 Y0 Z0;	Позиционирование в новой нулевой точке программы P'.
N07 G00 X100. Y200. Z200.;	Перемещение в систему координат программы G68 (100, 200, 200) и систему координат детали (200, 200, 100) на скорости быстрого хода.
N08 G02 X100. Y400. J100. F1000;	Резка по дуге на боковой поверхности детали.
N09 G00 Z300.;	Перемещение на +100 в направлении +Z' системы координат программы на скорости быстрого хода.
N10 G69;	
N11 M02;	



(2) Пример программы обработки с использованием стандартного цикла
В следующей программе выполняется цикл сверления отверстий для болтов (кадр N08) на верхней поверхности детали, а затем такой же цикл выполняется на боковой поверхности детали. Применив трехмерное преобразование координат, для обработки боковой поверхности можно использовать тот же самый процесс (кадр N18).

N01 G90 G00 X0 Y0 Z0;	Позиционирование в 1-й нулевой точке детали в системе координат детали.
N02 F2000;	
N03 G00 X100. Y100. Z-600.;	Перемещение в позицию (100, 100, -600) на скорости быстрого хода.
N04 G52 X100. Y100. Z-600.;	Установка локальной системы координат (X'Y'Z') в позиции (100, 100, -600).
N05 G00 X100. Y10. Z 200.;	Движение в позицию (100, 10, 200) в системе координат программы G68 на скорости быстрого хода.
N06 G91;	Команда инкрементного значения
N07 G81 Z-10. R5. L0 F2000;	Сверление
N08 G34 X100. Y200. I90. J270. K10.;	Цикл отверстий для болтов
N09 G80;	Отмена сверления
N10 G91 G00 X-200.;	Перемещение на -200 из конечной точки обработки в направлении оси X на скорости быстрого хода.
N11 G90 G52 X0 Y0 Z0;	Отмена локальной системы координат.
N12 G90 G00 X0 Y0 Z0;	Позиционирование в нулевой точке детали.
N13 G00 X100. Y100. Z-400.;	Перемещение в позицию (100, 100, -400) на скорости быстрого хода.
N14 G68 X100. Y100. Z-400. I0 J1 K0 R90.;	Установка системы координат программы G68 (X",Y",Z"), повернутой на +90° в направлении оси Y с использованием позиции (100, 100, -400) в качестве центра вращения.
N15 G00 X100.Y10. Z200.;	Движение в позицию (100, 10, 200) в системе координат программы G68 на скорости быстрого хода.
N16 G91;	Команда инкрементного значения
N17 G81 Z-10. R5. L0 F200;	Сверление
N18 G34 X100.Y200. I90. J270. K10.;	Цикл отверстий для болтов
N19 G80;	Отмена сверления
N20 G91 G00 X-200.;	Перемещение на -200 из конечной точки обработки в направлении оси X на скорости быстрого хода.
N21 G69;	Отмена модальной команды трехмерного преобразования координат.
N22 M02;	Конец программы.



Связь с другими функциями

(1) При модальном действии трехмерного преобразования координат круговая интерполяция оперирует значением координаты, образовавшимся в результате трехмерного преобразования координат. При подаче команд G17, G18 и G19 круговая интерполяция действует как обычно для всех плоскостей, в которых выполнено трехмерное преобразование координат.

(2) Мелкосегментный сплайн
В качестве оси сплайна указывается ось движения после трехмерного преобразования координат. Если движение относится к оси, для которой указание сплайна не возможно, сплайн будет находиться в состоянии паузы.

(3) Контроль референтной позиции
Трехмерное преобразование координат применяется для позиционирования по команде G27 при действии модальной команды трехмерного преобразования координат.

(4) Трехмерное преобразование координат применяется для средней точки, заданной в команде G28 и G30 при действии модальной команды трехмерного преобразования координат. Однако возврат в референтную позицию выполняется без трехмерного преобразования координат.

(5) Возврат в позицию смены инструмента
Для позиции смены инструмента трехмерное преобразование координат не выполняется, даже если команда G30.1...G30.6 задана при действии модальной команды трехмерного преобразования координат. Порядок возврата и позиция возврата основываются на системе координат станка.

(6) Компенсация инструмента
При выполнении компенсации длины инструмента / радиуса / позиции при действии модальной команды трехмерного преобразования координат, трехмерное преобразование координат выполняется после применения величины компенсации.

(7) Выбор системы координат станка
Даже если команда G53 задана при действии модальной команды трехмерного преобразования координат, преобразование координат для системы координат станка не выполняется.

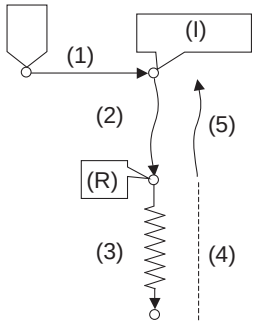
(8) Зеркальное отображение
Если команда зеркального отображения задана при действии модальной команды трехмерного преобразования координат, а также если трехмерное преобразование координат выполняется при действии модальной команды зеркального отображения, трехмерное преобразование координат выполняется для значения координаты, вычисленной в результате зеркального отображения.

(9) Пользовательский макрос
Если команда вызова пользовательского макроса задана при действии модальной команды трехмерного преобразования координат, то трехмерное преобразование координат действует после выполнения макроса.

(10) Стандартный цикл сверления

С помощью трехмерного преобразования координат стандартный цикл можно выполнять в косом направлении по отношению к ортогональной системе координат. Аналогичным образом может быть выполнен цикл синхронного нарезания резьбы метчиками.

Однако для стандартного цикла сверления режим изменяется с быстрого хода на подачу резания на скорости, настроенной в параметре "#1564 3Dspd". (За исключением цикла синхронного нарезания резьбы метчиками.)



[Операция]

(1)	Позиционирование в начальной позиции на скорости быстрого хода.
(2)	Позиционирование в точке R на скорости быстрого хода.
(3)	Выполняется обработка отверстия на рабочей подаче.
(4)	Отвод в точку R. Подача резания или быстрый ход в зависимости от режима стандартного цикла.
(5)	Инструмент возвращается в исходную точку на скорости быстрого хода.

(I) исходная точка

(R) точка R

(11) При действии модальной команды трехмерного преобразования координат цикл синхронного нарезания резьбы метчиками не действует, даже если активирован параметр "#1223 BIT3 (действует расширенный контроль "в позиции" для синхронного нарезания резьбы метчиками)". Дезактивируйте цикл синхронного нарезания резьбы метчиками.

(12) Геометрическая команда

При действии модальной команды трехмерного преобразования координат можно задавать геометрические команды. Однако если геометрическая команда задана в одном и том же кадре с командой трехмерного преобразования координат (G68, G69), возникает ошибка программы (P32).

(13) Первоначальная постоянная скорость резания

Если команда трехмерного преобразования координат задана при активированном параметре "Первоначальная постоянная скорость резания", возникает ошибка программы (P922).

То же самое происходит в случае, если команда трехмерного преобразования координат задана при действии модальной команды постоянной скорости резания (G96).

(14) Блокировка станка

При действии модальной команды трехмерного преобразования координат блокировка станка действует в отношении оси движения для значения координаты после выполнения трехмерного преобразования координат.

(15) Блокировка

При действии модальной команды трехмерного преобразования координат блокировка действует в отношении оси движения для значения координаты после выполнения трехмерного преобразования координат.

(16) При считывании системы координат детали / координаты пропуска во время действия модальной команды трехмерного преобразования координат имеется возможность переключения между локальной системой координат и системой координат программы G68 с помощью параметра "#1563 3Dcdrc".

(17) Ручной режим

При действии модальной команды трехмерного преобразования координат ручной режим не выполняет трехмерного преобразования. Ручной режим выполняется в системе координат станка.

Если ручное абсолютное задание выключено, система координат программы G68 перемещается на величину ручного прерывания или ручной подачи.

(18) Индикация координаты детали на дисплее
С помощью параметра "#1561 3Dcdc" можно выбрать, как должна отображаться позиция в системе координат детали при действии модальной команды трехмерного преобразования координат − в системе координат детали или в системе координат программы G68. Аналогичным образом абсолютное значение можно отображать на специальном дисплее.
(Примечание) Во время трехмерного преобразования координат может иметь место отклонение индикации величиной 1 мкм, однако это следует рассматривать как нормальное явление.

(19) Индикация остающихся команд
С помощью параметра "#1562 3Dremc" можно выбрать, как должны отображаться остающиеся команды при действии модальной команды трехмерного преобразования координат - в системе координат детали или в системе координат программы G68.
(Примечание) Во время трехмерного преобразования координат может иметь место отклонение индикации величиной 1 мкм, однако это следует рассматривать как нормальное явление.

(20) Команды G41, G42 и команды стандартных циклов G73...G89 должны быть вложены внутрь команд G68/G69. Для кадра, следующего за командой G68, команда движения должна задаваться в режиме G90 (абсолютное задание).

(Пример)

```
G68 X50. Y100. Z150. I1 J0 K0 R60. ;
G90 G00 X0 Y0 Z0 ;
G41 D01 ;
        . . . . . . . . . .
G40 ;
G69 ;
```

- Во время действия модальной команды трехмерного преобразования координат команда G00 является командой интерполяционного типа вне зависимости от настроек базового параметра "#1086 G0Intp (G00 без интерполяции)"
- Во время модального действия трехмерного преобразования координат не может быть выполнена команда нулевого начала координат.

Связь с другими G-кодами

Pxxx в перечне обозначает номера ошибок программы

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат задано в этом модальном состоянии	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G00	Позиционирование	○	○	P923
G01	Линейная интерполяция	○	○	P923
G02	Круговая интерполяция CW	○	○	P923
	Винтовая интерполяция CW	P921	P922	P923
G03	Круговая интерполяция CCW	○	○	P923
	Винтовая интерполяция CCW	P921	P922	P923
G02.3	Экспоненциальная интерполяция CW	P921	P922	P923
G02.4	Трехмерная круговая интерполяция CW	P921	P922	P923
G03.3	Экспоненциальная интерполяция CCW	P921	P922	P923
G03.4	Трехмерная круговая интерполяция CCW	P921	P922	P923
G04	Выдержка времени	○	-	G04 действует, G68 игнорируется
G05 P0	Отмена режима высокоскоростной обработки	○	-	P923
G05 P1,2	Режим высокоскоростной обработки I, II	P34 "недействит. G-код"	P34 "недействит. G-код"	P923
G05 P10000	Высокоскоростное высокоточное управление II	P34 "недействит. G-код"	P34 "недействит. G-код"	P923
G05.1 Q0	Отмена режима высокоскоростной обработки / высокоскоростного высокоточного управления	○	○	P923
G05.1 Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I	○	○	P923
G05.1 Q2	Мелкосегментный сплайн	P34 "недействит. G-код"	P34 "недействит. G-код"	P923
G07.1/G107	Цилиндрическая интерполяция	P921	P481 "недействит. G-код" (фрезерный станок)	P923
G09	Контроль точного останова	○	-	P923
G10	Ввод программируемого параметра	○	P421 "ошибка ввода параметра"	P923
	Программный ввод коррекции резца	○	-	G10 действует, G68 игнорируется
G11	Отмена ввода параметров программой	○	-	P923
G12	Резание по окружности по часовой стрелке	○	-	P923
G12,1	Интерполяция полярных координат	P921	P481 "недействит. G-код" (фрезерный станок)	P923
G13	Резание по окружности против часовой стрелки	○	-	P923

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат задано в этом модальном состоянии	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G13,1	Отмена интерполяции полярных координат	○	-	P923
G15	Отмена команды полярных координат	○	-	P923
G16	Команда полярных координат	○	○	P923
G17	Выбор плоскости X-Y	○	○	○
G18	Выбор плоскости Z-X	○	○	○
G19	Выбор плоскости Y-Z	○	○	○
G20	Дюймовое задание величин	○	○	○
G21	Метрическое задание величин	○	○	○

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат указано в модальном состоянии, указанном в левом столбце	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G27	Контроль референтной позиции	○	-	G27 действует, G68 игнорируется
G28	Возврат в опорную позицию	○	-	G28 действует, G68 игнорируется
G29	Возврат в начальную позицию	○	-	G29 действует, G68 игнорируется
G30	Возврат в референтную позицию 2...4	○	-	G30 действует, G68 игнорируется
G30,1	Выход в позицию смены инструмента 1	○	-	G30.1 действует, G68 игнорируется
G30,2	Выход в позицию смены инструмента 2	○	-	G30.2 действует, G68 игнорируется
G30,3	Выход в позицию смены инструмента 3	○	-	G30.3 действует, G68 игнорируется
G30,4	Выход в позицию смены инструмента 4	○	-	G30.4 действует, G68 игнорируется
G30,5	Выход в позицию смены инструмента 5	○	-	G30.5 действует, G68 игнорируется
G30,6	Выход в позицию смены инструмента 6	○	-	G30.6 действует, G68 игнорируется
G31	Пропуск	○	-	P923
G31,1	Многошаговый пропуск 1	○	-	P923
G31,2	Многошаговый пропуск 2	○	-	P923
G31,3	Многошаговый пропуск 3	○	-	P923
G33	Нарезание резьбы	P921	P922	P923
G34	Специальный стандартный цикл (окружность отверстий для болтов)	○	-	P923
G35	Специальный стандартный цикл (линия под углом)	○	-	P923
G36	Специальный стандартный цикл (дуга)	○	-	P923
G37,1	Специальный стандартный цикл (решетка)	○	-	P923
G37	Автоматическое измерение длины инструмента	P921	-	G37 действует, G68 игнорируется
G38	Компенсация радиуса инструмента (указание вектора)	○	-	P923
G39	Компенсация радиуса инструмента (дуга угла детали)	○	-	P923
G40	Отмена коррекции радиуса резца	○	-	○
G41	Коррекция на радиус резца	○	P922	P923
	Трехмерная компенсация радиуса инструмента	○	P922	P923
G42	Коррекция на радиус резца	○	P922	P923
	Трехмерная компенсация радиуса инструмента	○	P922	P923

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат указано в модальном состоянии, указанном в левом столбце	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G40.1/G150	Отмена управления нормалью	P921	-	P923
G41.1/G151	Управление нормалью (слева)	P921	P922	P923
G42.1/G152	Управление нормалью (справа)	P921	P922	P923
G43	Компенсация длины инструмента (+)	○	○	P923
G44	Компенсация длины инструмента (−)	○	○	P923

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат указано в модальном состоянии, указанном в левом столбце	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G45	Увеличение компенсации позиции инструмента	○	-	P923
G46	Уменьшение компенсации позиции инструмента	○	-	P923
G47	Двукратное увеличение компенсации позиции инструмента	○	-	P923
G48	Двукратное уменьшение компенсации позиции инструмента	○	-	P923
G49	Отмена компенсации длины инструмента	○	-	P923
G43,1	Компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента	P927	P931	P923
G43,4	Включение управления центром инструмента, тип 1	P941	P922	P923
G43,5	Включение управления центром инструмента, тип 2	P941	P922	P923
G50	Отмена масштабирования	P921	-	P923
G51	Включение масштабирования	P921	○	P923
G50,1	Отмена зеркального отображения	○	-	P923
G51,1	Включение зеркального отображения	○	○	P923
G52	Настройка локальной системы координат	P921	-	G52 действует, G68 игнорируется
G53	Настройка системы координат станка	○	-	G53 действует, G68 игнорируется
G54	Выбор системы координат 1 детали	P921	○	P923
G55	Выбор системы координат 2 детали	P921	○	P923
G56	Выбор системы координат 3 детали	P921	○	P923
G57	Выбор системы координат 4 детали	P921	○	P923
G58	Выбор системы координат 5 детали	P921	○	P923
G59	Выбор системы координат 6 детали	P921	○	P923
G54,1	Расширенный выбор системы координат детали	P921	○	P923
G60	Однонаправленное позиционирование	P921	-	G60 действует, G68 игнорируется
	Однонаправленное позиционирование (модальное указание)	P921	P922	P923
G61	Режим контроля точного останова	○	○	P923
G61,1	Высокоточное управление	○	○	P923
G62	Автоматическая коррекция подачи на углах	○	○	P923

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат указано в модальном состоянии, указанном в левом столбце	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G63	Режим нарезания резьбы метчиком	P921	P922	P923
G64	Режим резания	○	○	○

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат указано в модальном состоянии, указанном в левом столбце	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G65	Простой макровызов пользователя	○	-	Только обновление модального состояния (поворот координат с помощью программы)
G66	Модальный вызов пользовательского макроса A	○	○	Только обновление модального состояния (поворот координат с помощью программы)
G66,1	Модальный вызов пользовательского макроса B	○	Только обновление модального состояния (поворот координат с помощью программы)	Только обновление модального состояния (поворот координат с помощью программы)
G67	Отмена модального вызова пользовательского макроса	○	○	Только обновление модального состояния после макроса (поворот координат с помощью программы)
G68	Включение поворота координат с помощью программы	P921	P922	-
	Включение трехмерного преобразования координат	○	○	-
G69	Отмена поворота координат с помощью программы	○ (отмена трехмерного преобразования координат)	-	-
	Отмена трехмерного преобразования координат	○	-	-
G73	Стандартный цикл (шаг)	○	P922	P923
G74	Стандартный цикл (обратное нарезание резьбы метчиком) * в т. ч.: синхронное нарезание резьбы метчиками	○	P922	P923
G76	Стандартный цикл (тонкая расточка)	○	P922	P923
G80	Отмена стандартного цикла	○	-	P923
G81	Стандартный цикл (сверление/ засверливание)	○	P922	P923
G82	Стандартный цикл (сверление/расточка)	○	P922	P923
G83	Стандартный цикл (глубокое сверление)	○	P922	P923
G84	Стандартный цикл (нарезание резьбы метчиком) * в т. ч.: синхронное нарезание резьбы метчиками	○	P922	P923
G85	Стандартный цикл (сверление)	○	P922	P923
G86	Стандартный цикл (сверление)	○	P922	P923

Формат	Функция	Если эта команда указана во время трехмерных преобразований координат	Если трехмерное преобразование координат указано в модальном состоянии, указанном в левом столбце	Если трехмерное преобразование координат указано в том же кадре
G87	Стандартный цикл (обратная расточка)	○	P922	P923
G88	Стандартный цикл (сверление)	○	P922	P923
G89	Стандартный цикл (сверление)	○	P922	P923
G90	Задание в абсолютных значениях	○	○	○
G91	Команда инкрементного значения	○	○	○
G92	Задание системы координат	P921	-	P923
G94	Асинхронная подача (подача в минуту)	○	○	○
G95	Синхронная подача (подача на оборот)	○	○	○
G96	Постоянство скорости резания ВЫКЛ	P921	P922	P923
G97	Асинхронная подача (минутная подача)	P921	-	P923
G98	Стандартный цикл (возврат на начальный уровень)	○	○	○
G99	Стандартный цикл (возврат на уровень точки R)	○	○	○

(Примечание)Использование G-кодов, не названных в таблице, не возможно.

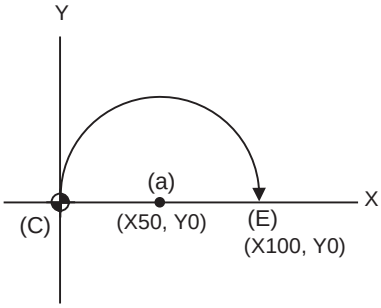
Указания

Меры предосторожности в отношении команды дуги

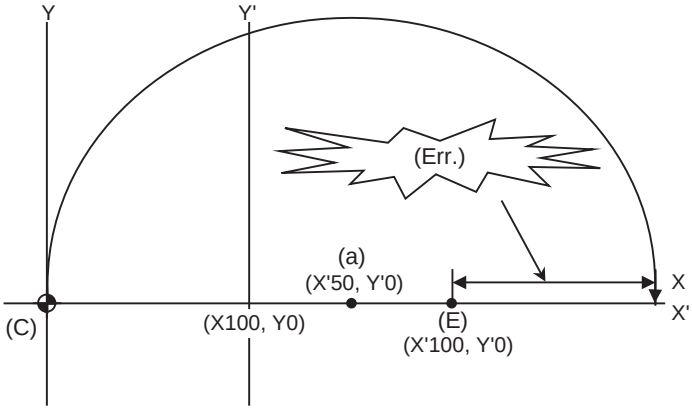
Если первой командой после команды трехмерного преобразования координат является дуговая форма и центр дуги не изменился (до и после трехмерного преобразования координат), то дуга выполняется. Однако в следующих случаях возникает ошибка:

(1) Если центр дуги указан с помощью адресов I, J и в результате трехмерного преобразования координата центра отклонилась, возникает ошибка программы (P70 "большое отклонение конечной позиции дуги").

Пример, в котором возникает ошибка программы (P70)
G90 G28 X0 Y0 Z0 ;
F3000 G17 ;
G68 X100. Y0. Z0. I0 J0 K1 R0. ;
G02 X100. I50. ;



Без трехмерного преобразования координат

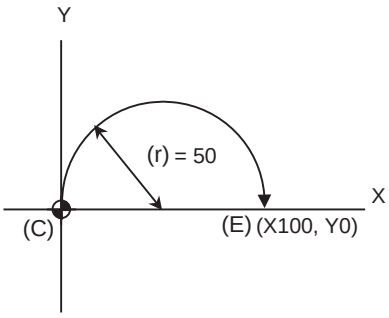


С трехмерным преобразованием координат

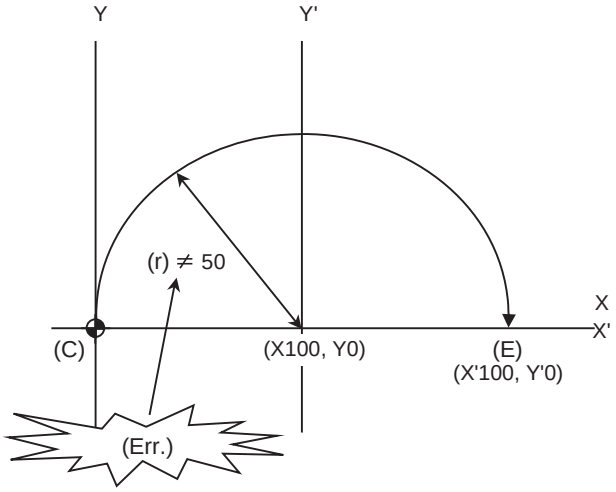
(a) центр дуги (C) текущая позиция (E) конечная точка (Err.) Ошибка программирования

(2) Если радиус дуги указан с помощью R и в результате трехмерного преобразования координата центра отклонилась, возникает ошибка программы (P71 "расчет центра дуги дезактивирован").

Пример, в котором возникает ошибка программы (P71)
G90 G28 X0 Y0 Z0 ;
F3000 G17 ;
G68 X100. Y0. Z0. I0 J0 K1 R0. ;
G02 X100. R50. ;



Без трехмерного преобразования координат



С трехмерным преобразованием координат

(a) центр дуги (C) текущая позиция (E) конечная точка (r) радиус (Err.) Ошибка программирования

13.24 Управление центром инструмента ; G43.4/G43.5

Принцип действия и назначение

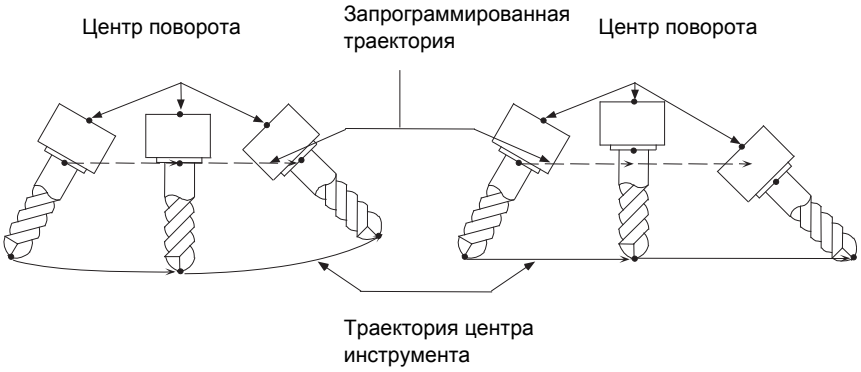
Функция управления центром инструмента управляет позицией, которая в программе обработки указана как центр инструмента, в системе координат, вращающейся вместе с обрабатываемой деталью (система координат стола). Эта функцию можно применять для 5-осевой обработки, в том числе с наклоняемым инструментом (рис. 1 (a)) с двумя поворотными осями головки, с наклоняемым столом (рис. 1 (b)) с двумя поворотными осями стола, или комбинированного типа (рис. 1 (c)) − с одной поворотной осью инструмента и одной поворотной осью стола.

При обработке с наклоняемым инструментом эта функция управляет центром инструмента так, чтобы он двигался по запрограммированной траектории, заданной в системе координат детали. При обработке с наклоняемым столом эта функция управляет центром инструмента так, чтобы он двигался по запрограммированной траектории, заданной в системе координат стола (система координат, вращающаяся вместе с обрабатываемой деталью).

<Вариант с наклоняемым инструментом>

Управление центром инструмента выключено, а компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента включена

Управление центром инструмента включено



Управление осуществляется так, чтобы траектория центральной точки держателя инструмента представляла собой прямую линию.

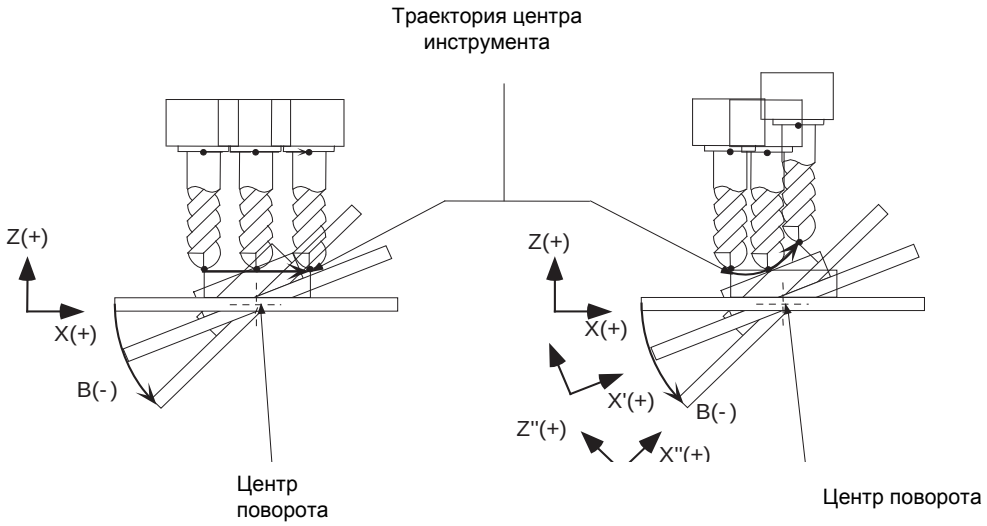
Рис.1(a)

Управление осуществляется так, чтобы центр инструмента двигался по прямой линии.

<Вариант с наклоняемым столом>

Управление центром инструмента выключено, а компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента включена

Управление центром инструмента включено



Управление осуществляется так, чтобы центр держателя инструмента находился в системе координат детали.

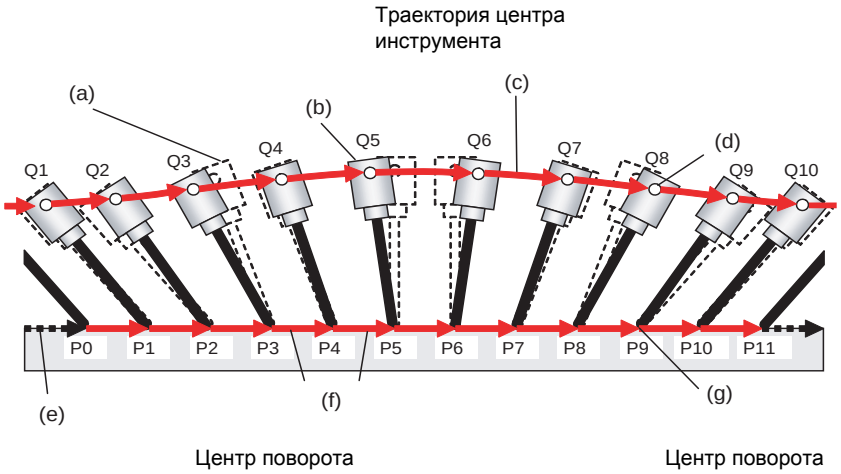
Рис.1(b)

Управление осуществляется так, чтобы позиции центра инструмента находились в системе координат стола.

<Комбинированный тип>

Управление центром инструмента выключено, а компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента включена

Управление центром инструмента включено



Управление осуществляется так, чтобы центр держателя инструмента находился в системе координат детали.

Рис.1(c)

Управление осуществляется так, чтобы позиции центра инструмента находились в системе координат стола.

Для пользования этой функцией нужны опциональные спецификации. Если команда управления центром инструмента выполняется при отсутствии соответствующей опции, возникает ошибка программы (P940).
Сначала должны задаваться 3 ортогональные оси, а затем 2 поворотные оси.

Формат команды

G43.4 (X__ Y__ Z__ A__ C__) H__ ; ... Включение управления центром инструмента, тип 1

G43.5 (X__ Y__ Z__) I__ J__ K__ H__ ; ... Включение управления центром инструмента, тип 2

X,Y,Z	Команда движения оси ортогональных координат
A,C	Команда движения поворотной оси
I,J,K	Вектор угла поверхности детали
H	Номер смещения длины инструмента

(Примечания 1)Если команда движения ортогональной координатной оси или команда движения поворотной оси не задана в том же кадре, запуск происходит без движения оси (без движения на величину смещения).

(Примечания 2)Если используется управление центром инструмента типа 1, команды I, J и K игнорируются.

(Примечания 3)Во время управления центром инструмента типа 2 не может задаваться команда движения для поворотной оси. Если такая команда задана, возникает ошибка программы (P33).

(Примечания 4)Если адреса I, J, или K опущены и подается команда управления центром инструмента тип 2, опущенный адрес интерпретируется как "0".

G49 (X__ Y__ Z__ A__ C__) ... Отмена управления центром инструмента

Имеются два формата команды: <Тип 1>, при котором угол инструмента задается с помощью поворотной оси; и <тип 2>, при котором угол инструмента задается векторами поверхности детали I, J и K.

(Примечания 1)Помимо команды G49, для отмены можно использовать следующие G-коды группы G 8. G43 (компенсация длины инструмента в прямом направлении) / G44 (компенсация длины инструмента в обратном направлении) / G43.1 (компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента)

(Примечания 2)Если в одном и том же кадре с G49 задана команда ортогональной координатной оси и команда поворотной оси, модальная команда управления центром инструмента сразу отменяется. Затем выполняется заданное в команде движение оси. Если задана одна лишь команда G49, модальная команда управления центром инструмента сразу отменяется и никакое движение оси (движение на величину компенсации) не выполняется.

Подробное описание

Система координат программирования

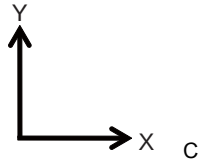
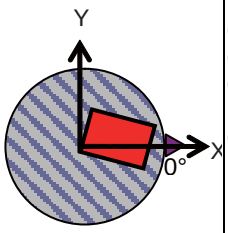
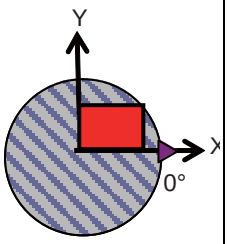
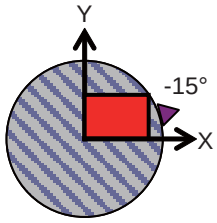
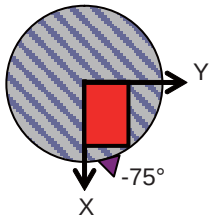
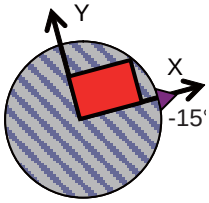
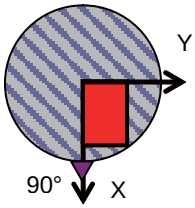
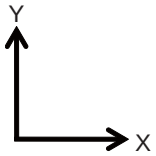
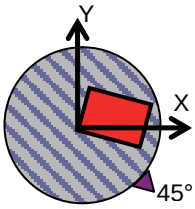
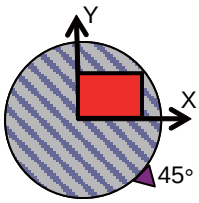
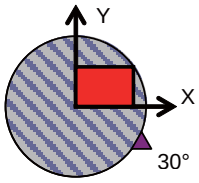
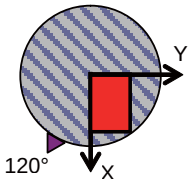
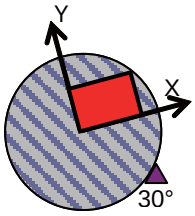
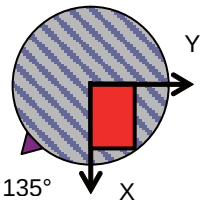
В режиме управления центром инструмента указывается конечное положение каждого кадра в системе координат программирования. В программе указывается позиция центра инструмента. Система координат программирования − это система координат, используемая для управления центром инструмента. С помощью параметра можно выбрать, какая система координат должна использоваться − система координат стола или система координат детали.

(1) Система координат стола
Если параметр выбора системы координат программирования установлен на 0, то в качестве системы координат программирования используется система координат стола, или действительная система координат детали, зафиксированная в этот момент на столе. Система координат стола поворачивается при повороте стола.
Она не поворачивается при повороте оси инструмента. Адреса X, Y, Z интерпретируются как адреса в системе координат стола.
Если в кадре перед командой G43.4/G43.5 задается движение поворотной оси, то угол, образующийся в результате движения поворотной оси, интерпретируется как начальная настройка при команде G43.4/G43.5.

(2) Система координат детали
Если параметр выбора системы координат программирования установлен на "1", то в качестве системы координат программирования используется система координат детали, действительная на этот момент. В этом случае система координат не поворачивается при повороте стола. Если задаются адреса X, Y, Z, то для стола (детали) выполняется линейное движение. Адреса X, Y и Z обозначают конечное положение в системе координат детали после поворота стола.

Выбор стандартной позиции поворотной оси

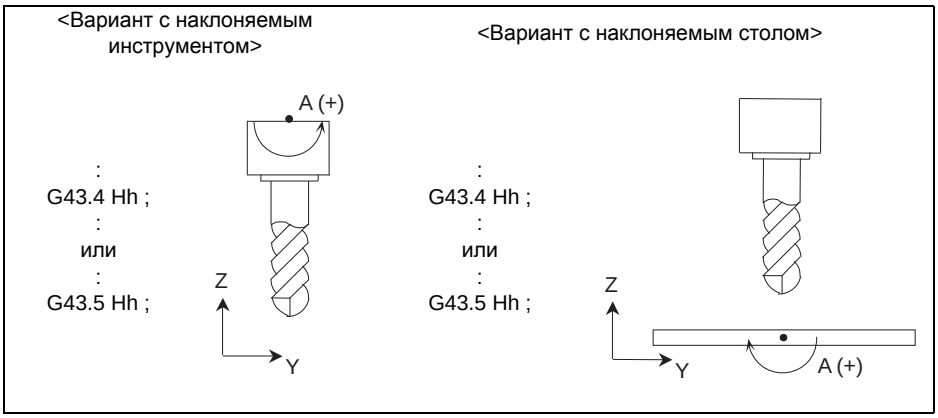
Если в качестве системы координат программирования выбрана система координат стола (система координат детали, зафиксированная на столе), то с помощью параметра необходимо выбрать, под каким углом система координат детали фиксируется относительно стола.

Выбор стандартной позиции поворотной оси	**На основе начальной позиции (#7911 =1)**		**На основе позиции 0° (#7911 =0)**	
Момент фиксации относительно стола	Позиция поворотной оси, на которой закреплена деталь, при запуске управления центром инструмента		Если позиция поворотной оси, на которой закреплена деталь, равна 0 градусов в системе координат детали	
Пример операции 1 (смещение координаты детали 0°)  истема координат станка	: G90G54G0C0 C-15. ; G43.4 Hh ; : C90. ; :	Координата детали 0°  	: G90G54C0 C-15. ; G43.4 Hh ; : C90. ; :	Координата детали 0° 
	Позиция в координатах станка зафиксирована на -15°  	Позиция в координатах станка 75° по команде C90.  	Позиция в координатах станка -15° по команде C-15.  	Позиция в координатах станка 90° по команде C90. 
Пример операции 2 (смещение координаты детали 45°)  Система координат станка	: G90G54G0C0 C-15. ; G43.4 Hh ; : C90. ; :	Координата детали 0°  	: G90G54C0 C-15. ; G43.4 Hh ; : C90. ; :	Координата детали 0° 
	Позиция в координатах станка зафиксирована на 30°  	Позиция в координатах станка 120° по команде C90.  	Позиция в координатах станка 30° по команде C-15.  	Позиция в координатах станка 135° по команде C90. 

Запуск

(1) Запуск без команды движения

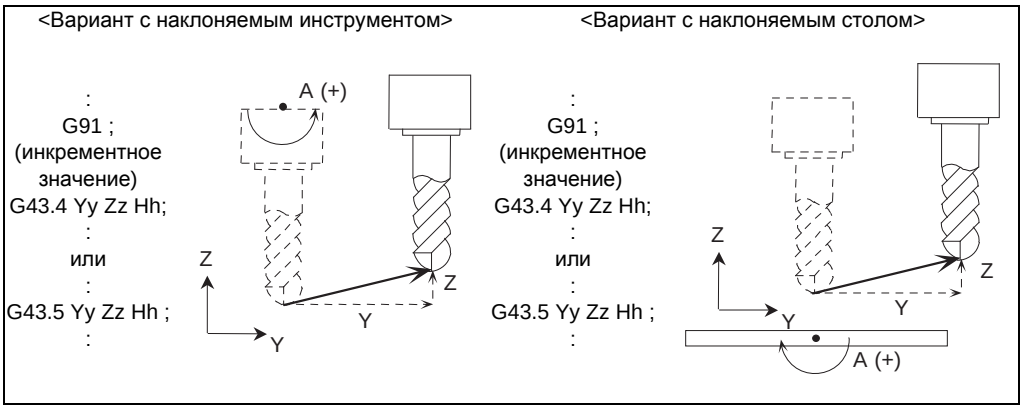
(a) Управление центром инструмента, тип 1, тип 2
Если управление центром инструмента включено, движение оси не выполняется (в т. ч. движение на величину компенсации).



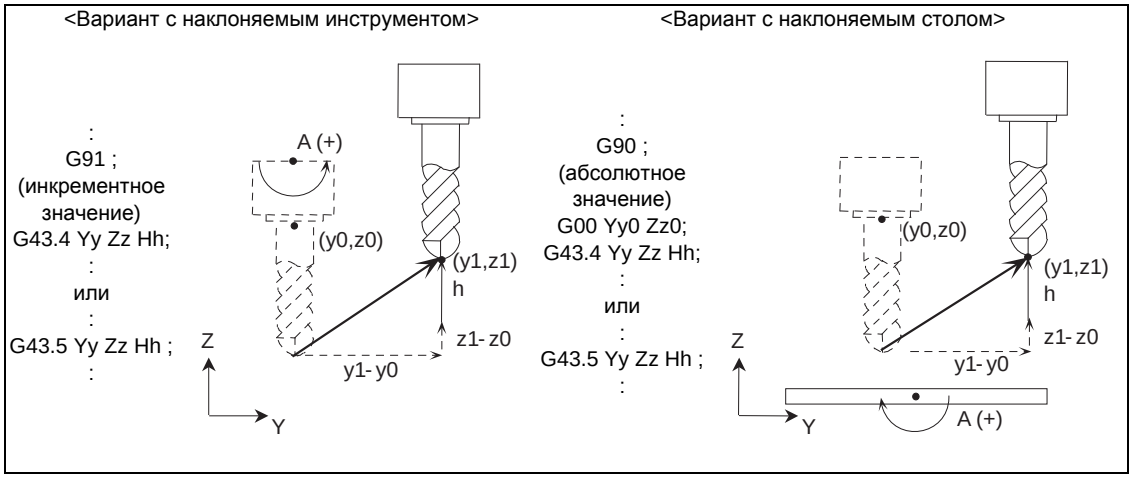
(b) Управление центром инструмента, тип 2
Команда "G43.5 Ii Jj Kk Hh ; " выполняет такое же движение, как управление центром инструмента типа 1 в примере (2).

(2) Запуск с командой движения (если команда для ортогональной координатной оси задана в том же кадре)

(a) Управление центром инструмента, тип 1, тип 2
Если управление центром инструмента включено, то центр инструмента движется лишь настолько, насколько это задано в инкрементной команде.

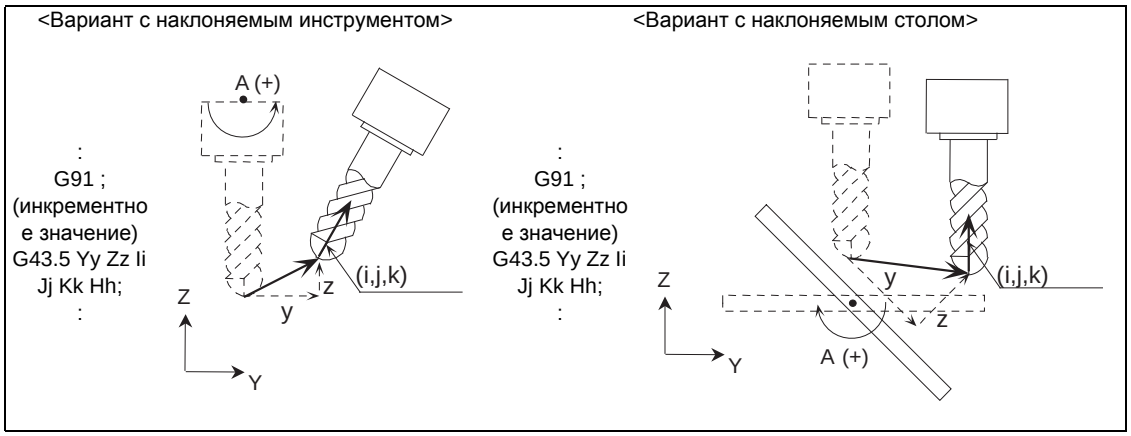


В случае абсолютной команды центр инструмента движется к координатам y1, z1.



(b) Управление центром инструмента, тип 2

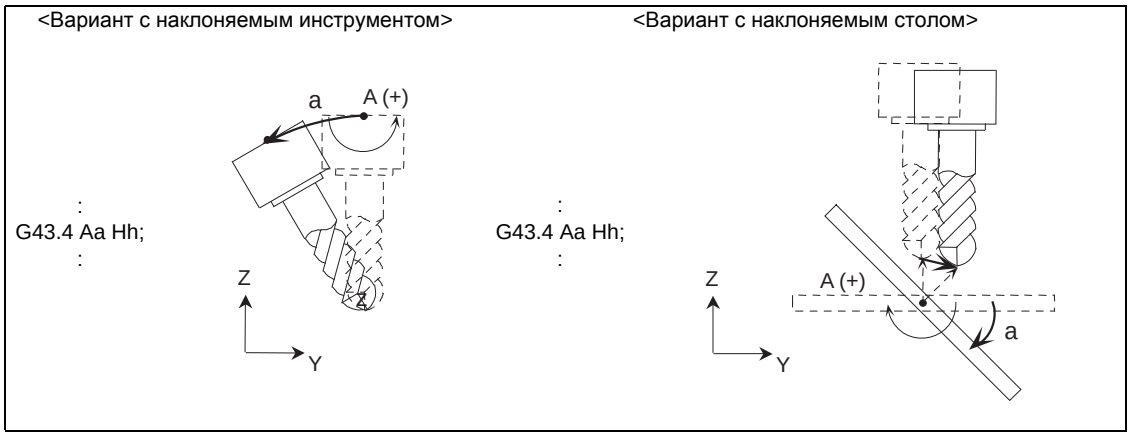
Поворотная ось движется в направлении, заданном вектором поверхности детали (I, J, K) вместе с командой движения.



(3) Запуск с командой движения (если команда поворотной оси задана в том же кадре)

(a) Управление центром инструмента, тип 1

Если используется вариант с наклоняемым инструментом, то ортогональная ось поворачивается на угол поворотной оси, в то время как центр инструмента фиксируется в центре поворота. Если используется вариант с наклоняемым столом, ортогональная ось движется так, чтобы центр инструмента занимал правильную позицию в системе координат детали на повернутом столе.

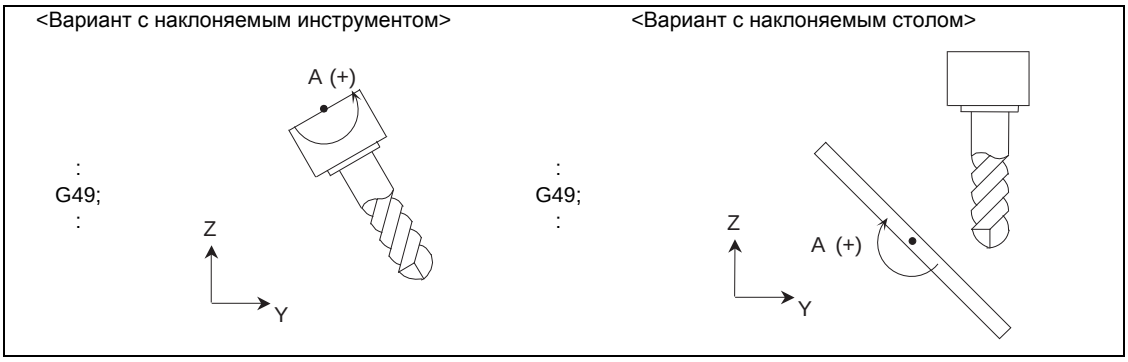


(b) Управление центром инструмента, тип 2

Возникает ошибка программы (P33).

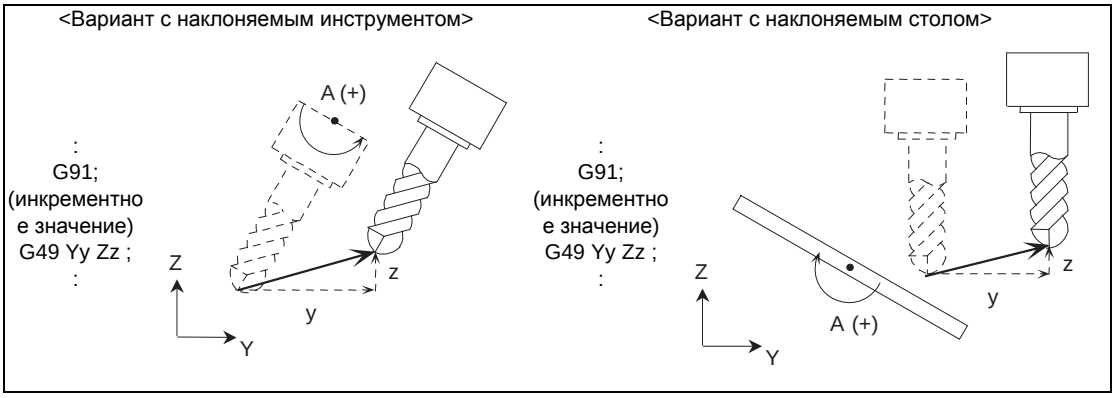
Отмена

(1) Отмена без команды движения
- Управление центром инструмента, тип 1, тип 2
Аннулирующее движение для величины компенсации не выполняется вне зависимости от команды абсолютного/инкрементного задания.
С другой стороны, модальная команда управления центром инструмента отменяется.

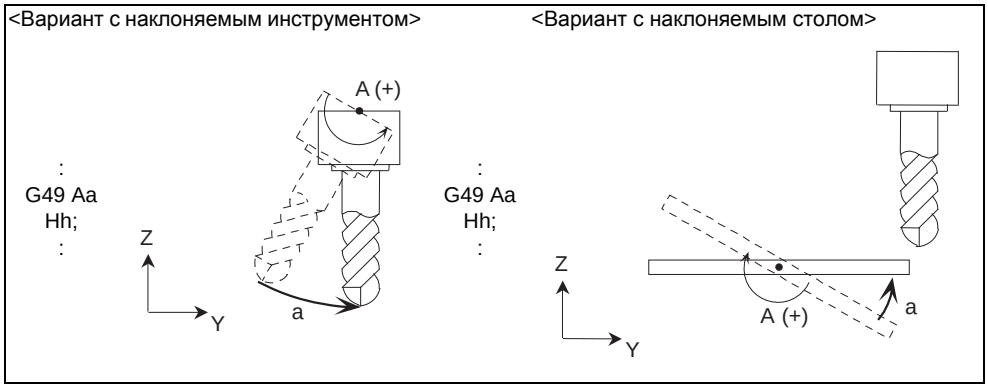


Инструмент не перемещается.

(2) Отмена с командой движения (если команда для ортогональной координатной оси задана в том же кадре)
- Управление центром инструмента, тип 1, тип 2
Аннулирующее движение для величины компенсации не выполняется вне зависимости от команды абсолютного/инкрементного задания.
Команда движения для ортогональной координатной оси выполняется при аннулировании модальной команды управления центром инструмента.



(3) Отмена с командой движения (если команда для поворотной оси задана в том же кадре)
- Управление центром инструмента, тип 1, тип 2
Аннулирующее движение для величины компенсации не выполняется вне зависимости от команды абсолютного/инкрементного задания.
Команда движения поворотной оси выполняется при аннулировании модальной команды управления центром инструмента



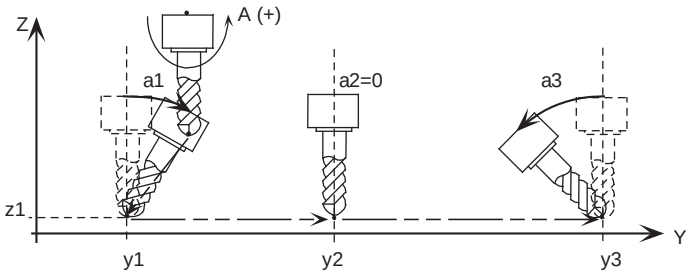
Во время управления центром инструмента

(1) Управление центром инструмента, тип 1

(a) Если выполняется команда движения для ортогональной координатной оси и поворотной оси.

```
 :
G90 ;
G43.4 Yy1 Zz1 Aa1 Hh ;
Yy2 Aa2 ;
Yy3 Aa3 ;
 :
```

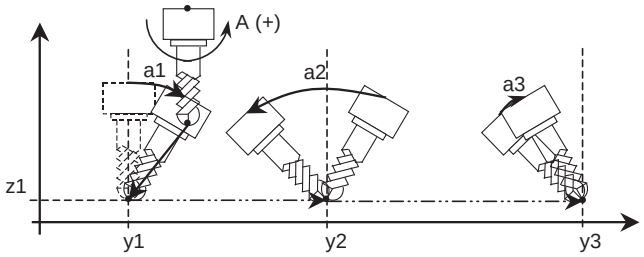
Центр инструмента движется по запрограммированной траектории.



(b) Если команда движения выполняется только для поворотной оси.

```
 :
G90 ;
G43.4 Yy1 Zz1 Aa1 Hh ;
Yy2 ;
Aa2 ;
Yy3 Aa3 ;
 :
```

Если команда движения выполняется только для поворотной оси, ортогональная ось движется без перемещения центра инструмента.

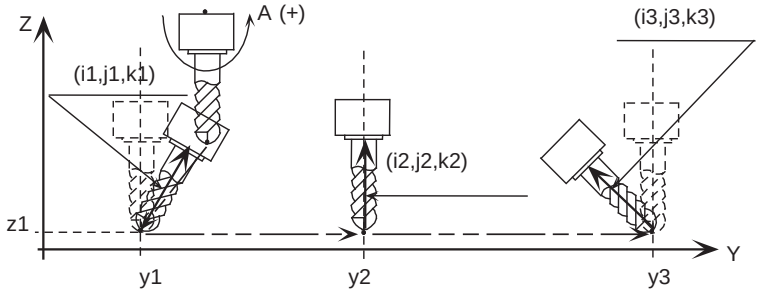


(2) Управление центром инструмента, тип 2

(a) Если выполняется команда движения для ортогональной координатной оси и команда вектора угла поверхности детали.

```
 :
G43.5 Yy1 Zz1
Ii1 Jj1 Kk1 Hh ;
Yy2 Ii2 Jj2 Kk2 ;
Yy3 Ii3 Jj3 Kk3 ;
 :
```

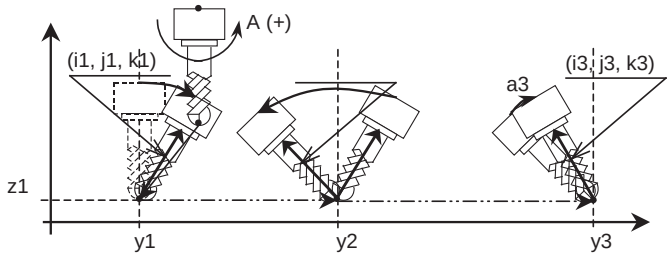
Центр инструмента движется по запрограммированной траектории.



(b) Если выполняется только команда вектора угла поверхности детали.

```
 :
G43.5 Yy1 Zz1
Ii1 Jj1 Kk1 Hh ;
Yy2 ;
Ii2 Jj2 Kk2 ;
Yy3 Ii3 Jj3 Kk3 ;
 :
```

Если выполняется только команда вектора угла поверхности детали, ортогональная ось движется без перемещения центра инструмента.



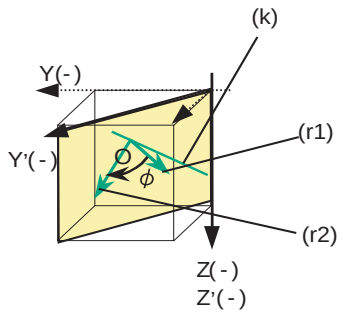
Скорость подачи во время управления центром инструмента

Скорость подачи во время управления центром инструмента управляется так, чтобы центр инструмента двигался со скоростью, заданной в команде.

Режим интерполяции

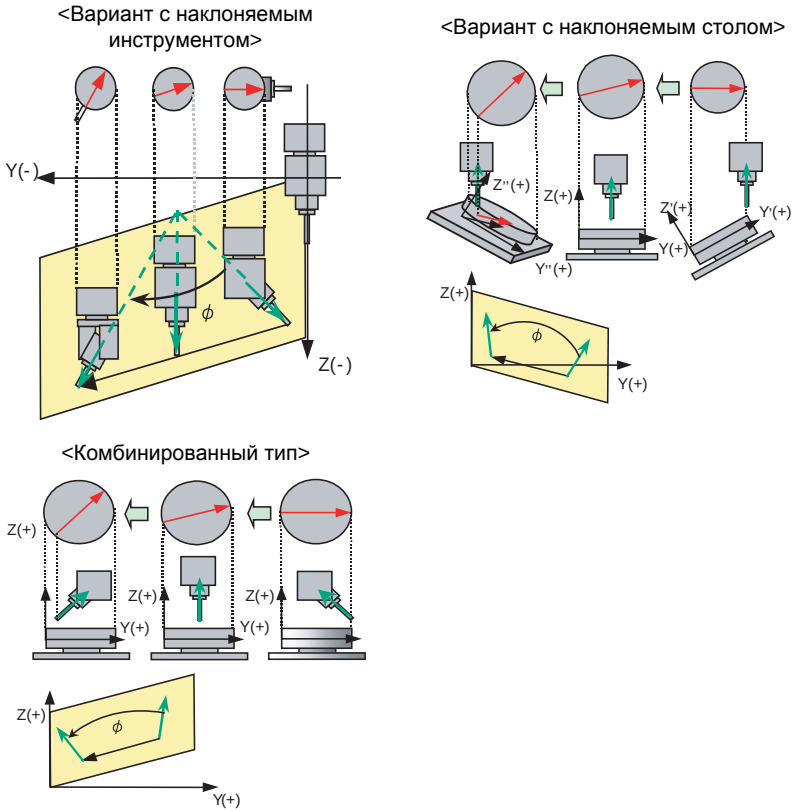
Имеются два режима интерполяции: интерполяция поворота одиночной оси и совместная интерполяция. Один из этих режимов необходимо выбрать с помощью параметра.

(1) Интерполяция поворота одиночной оси
При преобразовании вектора угла начальной точки "r1" в вектор угла конечной точки "r2" интерполяция выполняется так, чтобы угловая скорость вращения φ вокруг оси вектора k, перпендикулярного к плоскости r1-r2, была постоянной.



(r1) Команда вектора начальной точки "r1"
(r2) Команда вектора конечной точки "r2"
(k) Единичный вектор, перпендикулярный к плоскости r1-r2

(a) Особенности
Вектор угла инструмента всегда находится в плоскости, образуемой O, r1 и r2.
- Угловые скорости каждой из поворотных осей не постоянны.
(b) Операции
(пример) Текущая позиция Aa° C0°
При задании команды G90 Yy A-a. C45. ; или G90 Yy Ii Jj Kk ;



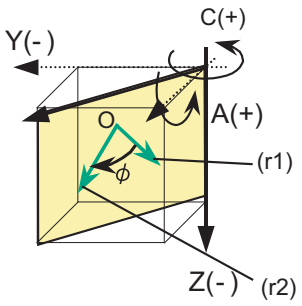
(2) Совместная интерполяция

Движение из вектора угла начальной точки "r1" в вектор угла конечной точки "r2" интерполируется, чтобы угловая скорость каждой из осей была постоянной.

(a) Особенности

− Угловая скорость каждой поворотной оси постоянна.

- Так как задачей этой функции является поддержание постоянной угловой скорости каждой поворотной оси, вектор угла инструмента может не находиться в плоскости, образуемой O, r1 и r2.



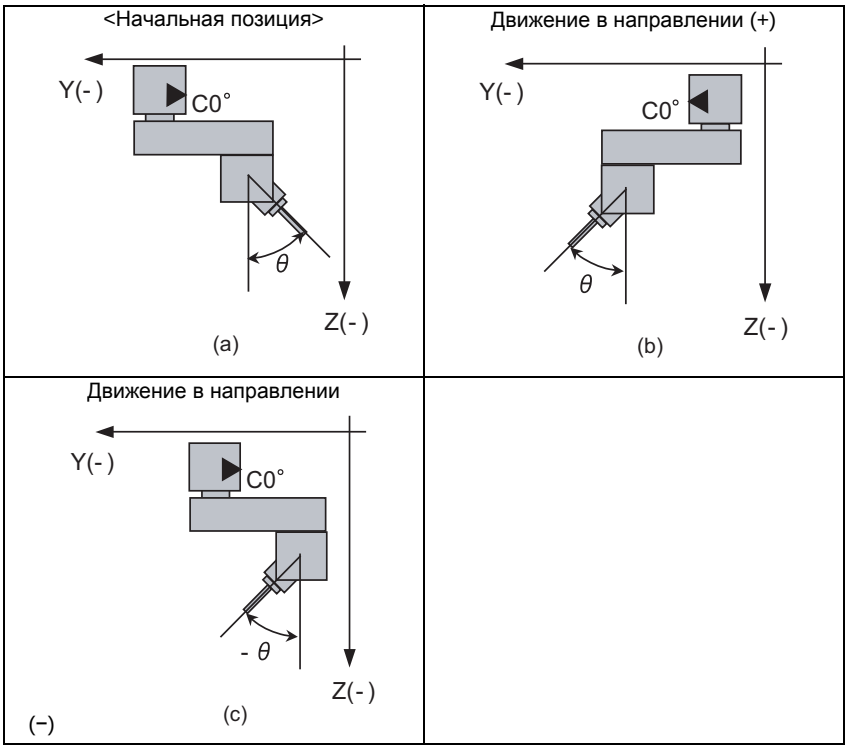
(r1) Командный вектор начальной точки "r1"
(r2) Командный вектор конечной точки "r2"

Прохождение особой точки

При прохождении особой точки (особой позиции *1) возможны два вида движения, следующих за особой точкой.

Если используется оборудование с наклоняемыми осями A-C, то возможны два различных движения (рис. b, c). В этих движениях углы поворота оси A имеют одинаковое абсолютное значение, однако различные знаки (+/-). Углы поворота оси C при этих двух движениях отличаются друг от друга на 180 градусов. Один из двух вариантов движения должен быть выбран с помощью параметра.

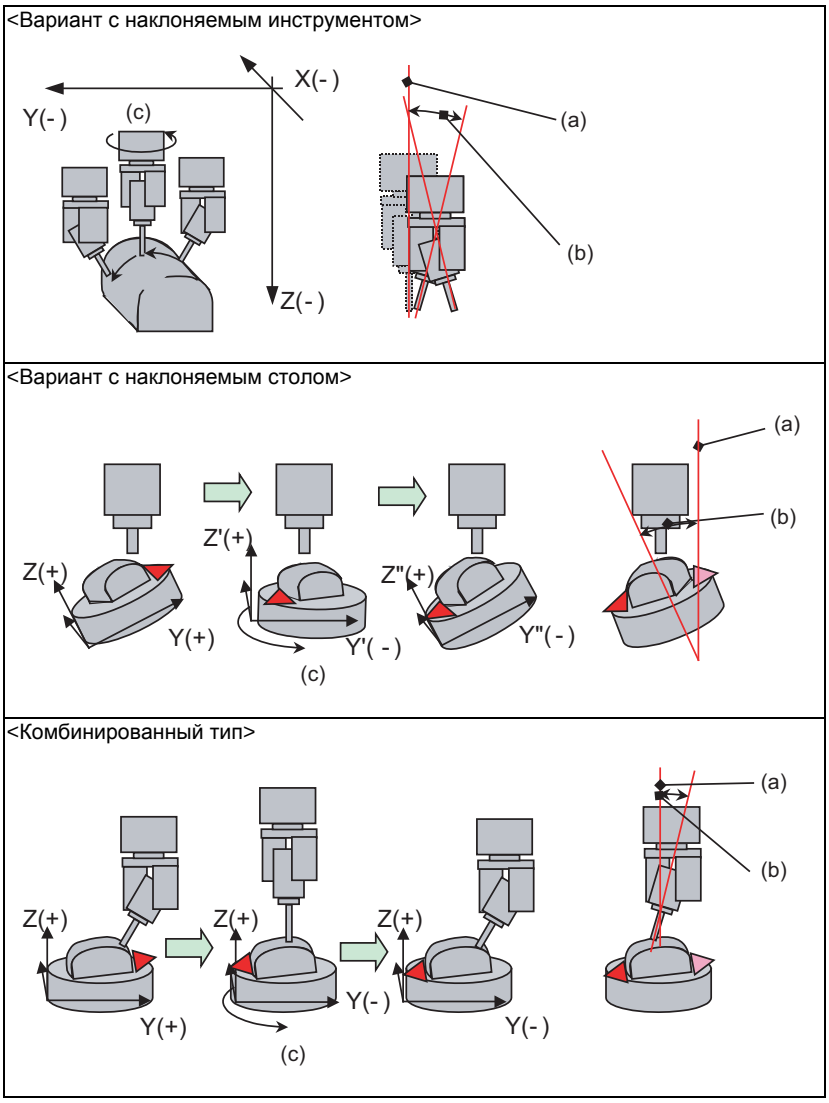
На рисунках ниже приведены примеры движения во время управления центром инструмента типа 2. Если поворотная ось на стороне центра инструмента движется в направлении (+) из начальной позиции (рис. a), то на (рис. b) изображено "прохождение особой точки типа 1". Если поворотная ось на стороне центра инструмента движется в направлении (−) из начальной позиции (рис. a), то на (рис. c) изображено "прохождение особой точки типа 2".



*1 Позиция, в которой координата поворотной оси на стороне центра инструмента или поворотной оси на стороне основания стола равна 0.

(1) Прохождение особой точки, тип 1

В кадре, в котором происходит прохождение особой точки, следует выбрать то же направление, что и для начальной точки поворотной оси основания инструмента или поворотной оси стола на стороне детали. Если угол поворота начальной точки равен 0°, выберите больший предел хода. Если пределы хода одинаковые, выберите предел хода с минусовым углом поворота.



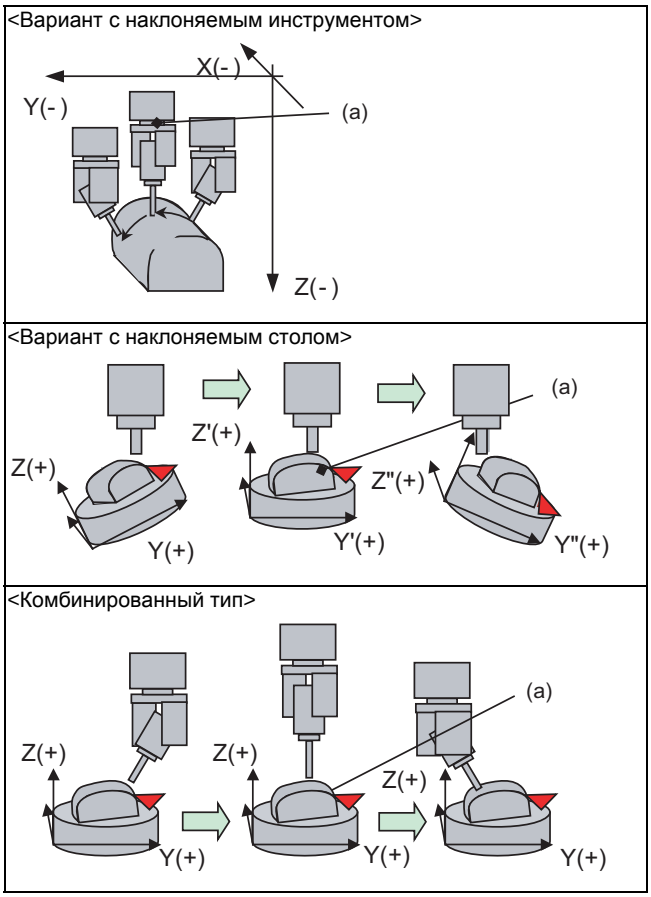
(a) Особая точка

(b) При прохождении вблизи особой точки ось C поворачивается на 180° в пределах параметра "#7907 CHK_ANG" (оценка угла близости к особой точке).

(c) Ось C поворачивается на 180°

(2) Прохождение особой точки, тип 2

Из поворотной оси основания инструмента и поворотной оси стола на стороне детали следует выбрать ось с меньшей величиной поворота в особой точке. Если поворотная ось основания инструмента и поворотная ось стола на стороне детали имеют одинаковую величину поворота, выберите из этих двух осей ось, которая должна поворачиваться в минусовом направлении.



(a) При прохождении вблизи особой точки ось C не поворачивается на 180°.

(3) Движение вблизи особой точки в каждом режиме интерполяции

<table>
<tr><th>Режим интерполяции</th><th>Команда</th><th>Тип прохождения особой точки</th><th>Команда движения из особой точки в неособую точку</th><th>Команда прохождения особой точки</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Интерполяция поворота одиночной оси</td><td rowspan="2">G43.4 (команды поворотных осей)</td><td>Тип 1</td><td colspan="2" rowspan="2">Значение как в команде. Однако в случае, если различаются знаки в начальной и конечной точке (либо поворотной оси центра инструмента, либо поворотной оси основания стола), и при этом поворотная ось основания инструмента или поворотная ось стола на стороне детали поворачивается в том же кадре, инструмент не проходит особую точку, что приводит к ошибке программы (P943).</td></tr>
<tr><td>Тип 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">G43.5 (команда I, J, K)</td><td>Тип 1</td><td>Выберите команду с более широким диапазоном хода. Если диапазон хода одинаковый, выберите отрицательное направление поворотной оси на стороне центра инструмента или поворотной оси на стороне основания стола.</td><td>Выберите ось, конечная точка которой имеет тот же знак, что и начальная точка поворотной оси на стороне центра инструмента или поворотной оси на стороне основания стола.</td></tr>
<tr><td>Тип 2</td><td colspan="2">Выберите команду с меньшим перемещением поворотной оси со стороны основания инструмента или поворотной оси со стороны детали стола.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Совместная интерполяция</td><td rowspan="2">G43.4 (команды поворотных осей)</td><td>Тип 1</td><td colspan="2" rowspan="2">Значение как в команде.</td></tr>
<tr><td>Тип 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">G43.5 (команда I, J, K)</td><td>Тип 1</td><td>Выберите команду с более широким диапазоном хода. Если диапазон хода одинаковый, выберите отрицательное направление поворотной оси на стороне центра инструмента или поворотной оси на стороне основания стола.</td><td>Выберите ось, конечная точка которой имеет тот же знак, что и начальная точка поворотной оси на стороне центра инструмента или поворотной оси на стороне основания стола.</td></tr>
<tr><td>Тип 2</td><td colspan="2">Выберите команду с меньшим перемещением поворотной оси со стороны основания инструмента или поворотной оси со стороны детали стола.</td></tr>
</table>

Подавление колебаний скорости станка Во время высокоточного управления

При управлении центром инструмента во время высокоточного управления, если изменений в команде скорости (F-команде) для точки центра не имеется, а также если поворотная ось совершает короткие движения при каждом кадре длины сегмента, конечная скорость станка (скорость двигателя, приводящего в движение инструмент или стол) может резко колебаться. Активировав параметр "#7913 MCHN_SPEED_CTRL Подавление колебаний скорости станка", эти колебания можно подавить.

(1) Если "#7913 = 0", то ожидается, что конечная скорость станка понижается до конечной команды скорости станка (примечание).
Выберите эту настройку, если требуется обработка с точным следованием командам движения.

(2) Если "#7913 = 1", то следующий кадр за командой движения выводится на станок сразу после завершения вывода команды движения кадра, обрабатываемого в данный момент.
Выберите эту настройку в случае выполнения программы обработки с прерывистыми командами движения поворотной оси, при которой требуется плавное движение, чтобы предотвратить внезапное понижение конечной скорости станка между кадрами.
Тем не менее, если выполняется какое-либо из нижеприведенных условий, замедление ожидается вне зависимости от настройки параметра.
- если распознан угол детали
- если изменяется F-команда программы обработки
- если скорость зафиксирована
- если изменена скорость подмены

(Примечание)Командное значение конечной скорости станка означает командное значение скорости, выводимое на конец станка так, чтобы скорость центра соответствовала значению F-команды.

Тем не менее, в зависимости от программы обработки, активация параметра "#7913 MCHN_SPEED_CTRL Подавление колебаний скорости станка" может порождать вибрацию станка без замедления.

<Пример программы обработки >

Прерывистые команды движения поворотной оси (между командами движения пропущен кадр)

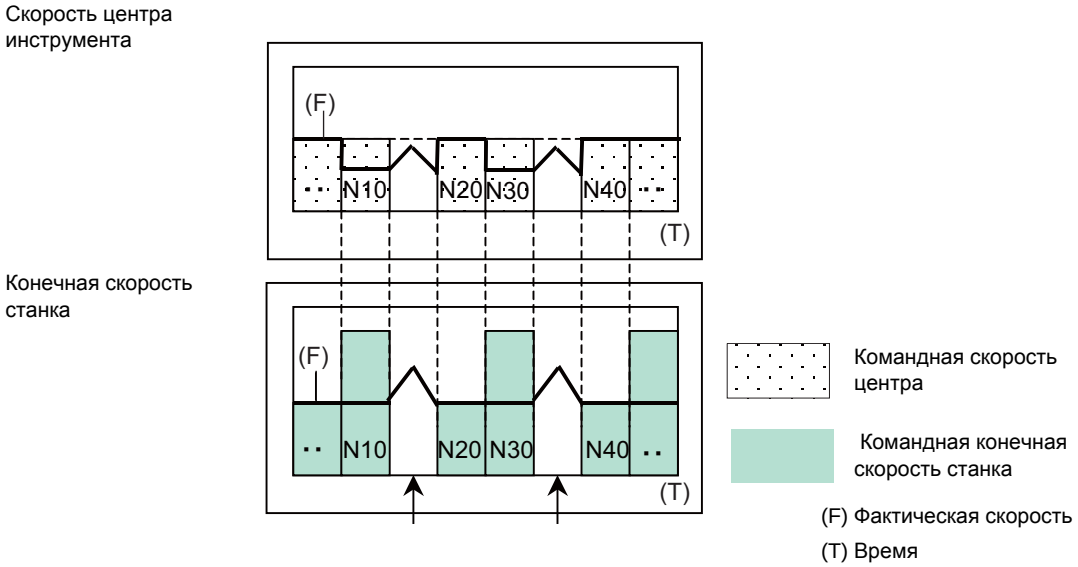
```
 :
G61.1;
G43.4 Hh;
G1 Ff;
 :
N10 Xx1 Yy1 Zz1 Aa1;
N20 Xx2 Yy2 Zz2;
N30 Xx3 Yy3 Zz3 Aa3;
N40 Xx4 Yy4 Zz4;
 :
```

(Примечания 1) Длины кадров центра являются одинаковыми.

(Примечания 2) Длина конечного кадра станка больше, если в ней имеется команда движения поворотной оси. (В этом случае, конечная скорость станка в кадре с движением поворотной оси выше, чем в кадре без движения поворотной оси.)

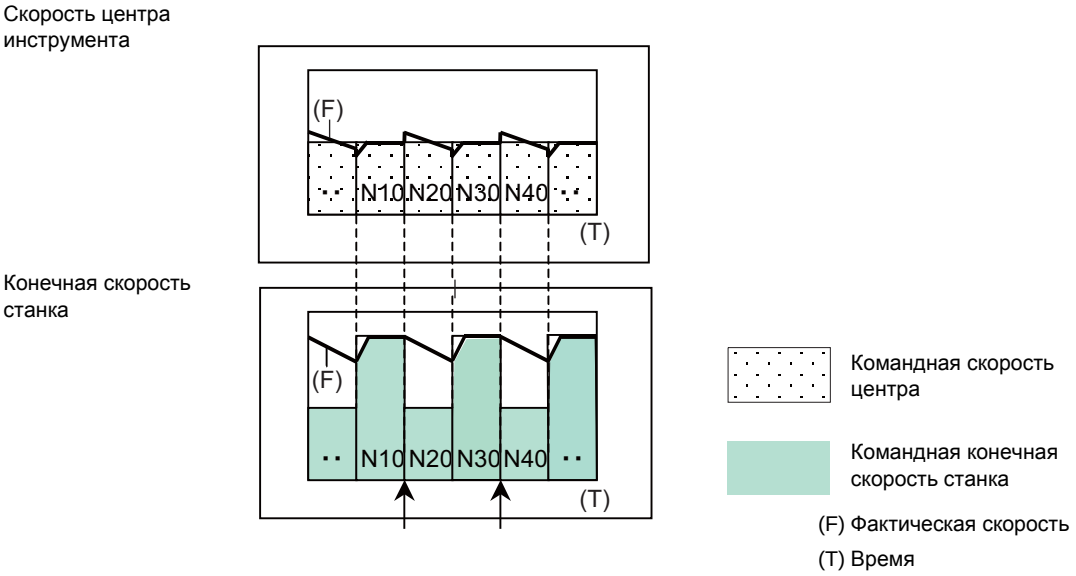
(Примечания 3) Если активировано управление SSS, подавление колебаний скорости станка дезактивировано.

(1) Скорость, если "#7913 = 0"



Ожидается замедление до конечной скорости станка следующего кадра. Таким образом, скорость изменяется резко.

(2) Скорость, если "#7913 = 1"

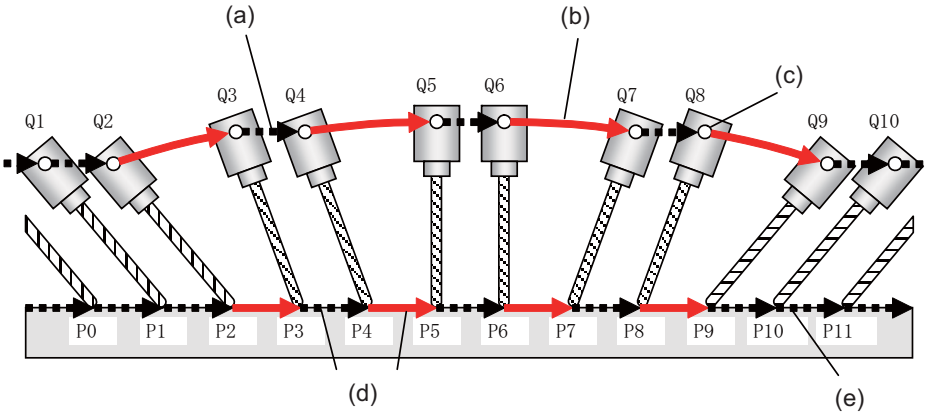


Не ожидается замедление до командной конечной скорости станка следующего кадра. Таким образом, скорость не изменяется резко и движение получается плавным.
В случае (2), так как не ожидается понижения скорости до командной конечной скорости станка следующего кадра, фактическая скорость центра превышает командную скорость. В этом случае путем регулирования (увеличения настройки) параметра "#1570 Sfilt2 Фильтр мягкого ускорения/замедления 2" область чрезмерной скорости центра можно подавить, даже если она превышает командную скорость.

Предварительная фильтрация поворотной оси

Предварительная фильтрация поворотной оси означает сглаживание (предварительную фильтрацию) команды поворотной оси (смещения угла инструмента), в результате чего поворотная ось движется плавно и происходит более плавная обработка поверхности. Центр инструмента движется по траекториям, запрограммированным командой поворотной оси, и одновременно процесс задания команд сглаживается этой функцией.
Эта функция может быть использована в программах с прерывистыми командами поворотной оси (смещения угла инструмента) или программах с непостоянной величиной смещения угла поворотной оси (или угла инструмента) за единицу времени. Постоянная времени фильтра для этой функции устанавливается с помощью параметров.

Если предварительная фильтрация поворотной оси дезактивирована, скорость смещения центра инструмента может резко колебаться, что вызвано прерывистой командой поворотной оси. См. следующую иллюстрацию.



(a) Без смещения угла инструмента

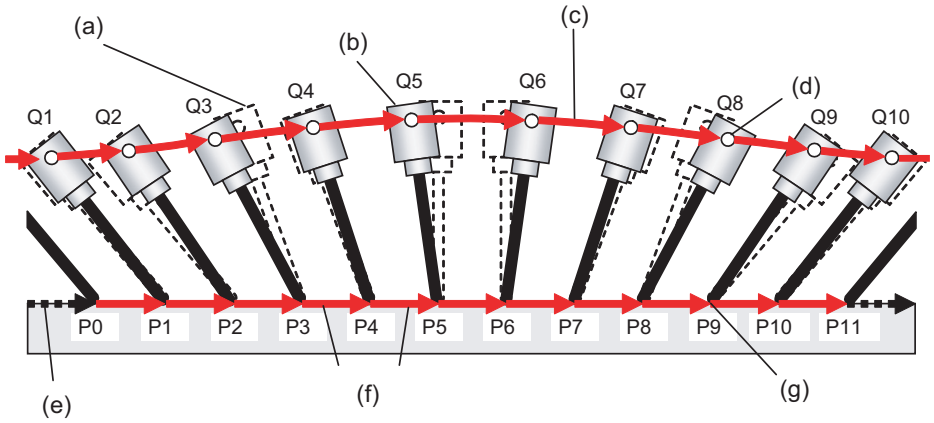
(b) Со смещением угла инструмента

(c) Позиция станка (центр поворота)

(d) Центр инструмента должен смещаться на постоянной скорости, несмотря на смещение угла инструмента.

(e) Центр инструмента

Как это показано ниже, предварительная фильтрация поворотной оси уменьшает колебания скорости центра инструмента путем сглаживания процесса подачи команд для поворотной оси.



(a) Угол инструмента перед сглаживанием

(b) Угол инструмента после сглаживания

(c) Со смещением угла инструмента

(d) Позиция станка (центр вращения)

(e) Без смещения угла инструмента

(f) Центр инструмента должен смещаться на постоянной скорости

(g) Центр инструмента

(Примечания 1)Эта функция действует только в случае, если активировано управление SSS. (Она не может действовать одновременно с подавлением колебаний скорости станка.)

(Примечания 2)Эта функция дезактивируется командой G00.

(Примечания 3)Фактический угол инструмента может отклоняться от заданного в команде программы.

(Примечания 4)Даже если предварительная фильтрация поворотной оси задействована для программы без углового смещения, она не влияет на качество обработки. Однако она может увеличить время цикла, поэтому при выполнении такой обработки рекомендуется дезактивировать предварительную фильтрацию поворотной оси.

Дуговая команда при управлении центром инструмента (G43.4/G43.5)

Если выполняются следующие условия, то при управлении центром инструмента команда дуги выполняется в выбранной плоскости.

<Вариант с наклоняемым инструментом>

Система координат программирования	Выбор стандартной позиции поворотной оси	
	На основе начальной позиции (#7911 =1)	На основе позиции 0° (#7911 =0)
Система координат стола (#7908 =0)	Позиция поворотной оси в координатах станка в команде дуги равна 0°. (1)(2)	
Система координат детали (#7908 =1)		

<Вариант с наклоняемым столом>

Система координат программирования	Выбор стандартной позиции поворотной оси	
	На основе начальной позиции (#7911 =1)	На основе позиции 0° (#7911 =0)
Система координат стола (#7908 =0)	Позиция поворотной оси в координатах детали при запуске управления центром инструмента совпадает с позицией в команде дуги. (4)	Позиция поворотной оси в координатах детали в команде дуги равна 0°. (3)
Система координат детали (#7908 =1)	Поворотная ось вокруг позиции оси I/J/K в координатах детали в команде дуги равна 0°. (5)	

<Комбинированный тип>

Система координат программирования	Выбор стандартной позиции поворотной оси	
	На основе начальной позиции (#7911 =1)	На основе позиции 0° (#7911 =0)
Система координат стола (#7908 =0)	Позиция поворотной оси на стороне стола в координатах детали при запуске управления центром инструмента совпадает с позицией команды дуги. Позиция (в координатах станка) поворотной оси на стороне инструмента в команде дуги равна 0°.	Позиция поворотной оси на стороне инструмента в координатах детали в команде дуги равна 0°. Позиция поворотной оси на стороне инструмента в координатах станка равна 0°.
Система координат детали (#7908 =1)	Позиция поворотной оси на стороне инструмента в координатах станка в команде дуги равна 0°. Позиция поворотной оси на стороне стола в координатах детали равна 0°.	

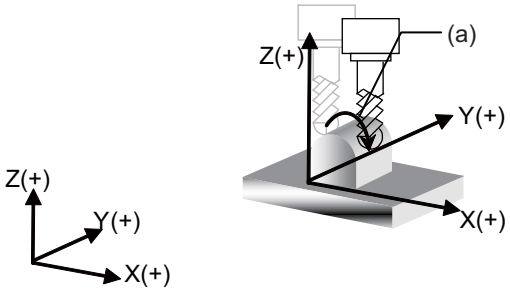
(Примечание)В следующих случаях возникает ошибка программы (P942).

- во время управления центром инструмента типа 2 (G43.5)
- в том же кадре задана команда для поворотной оси
- во время обработки наклонной поверхности и компенсации ошибки крепления детали

(1) Вариант с наклоняемым инструментом (позиция поворотной оси в координатах станка 0°)

<Программа обработки>

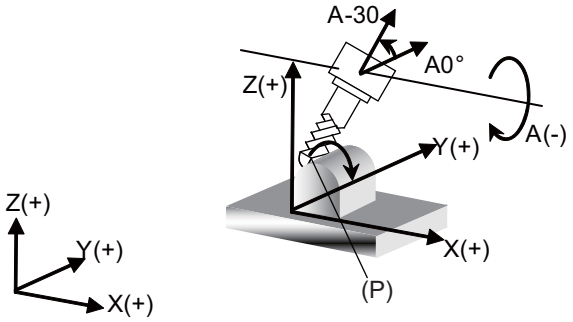
```
 :
G18
G43.4 H1
 :
G02 Xx Zz Ii Kk
 :
```



(2) Вариант с наклоняемым инструментом (позиция поворотной оси в координатах станка -30°)

<Программа обработки>

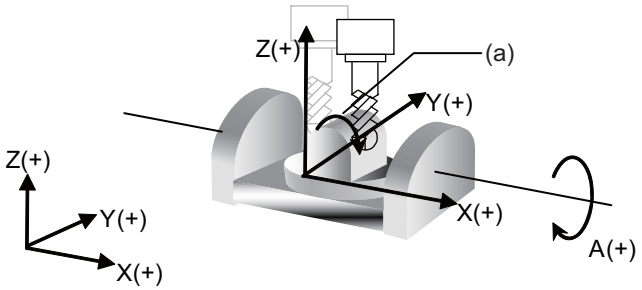
```
 :
G18
G43.4 H1
A-30.
 :
G02 Xx Zz Ii Kk
 :
```



(3) Вариант с наклоняемым столом (на основе позиции 0°)

<Программа обработки>

```
 :
G18
G43.4 H1
 :
G02 Xx Zz Ii Kk
 :
```

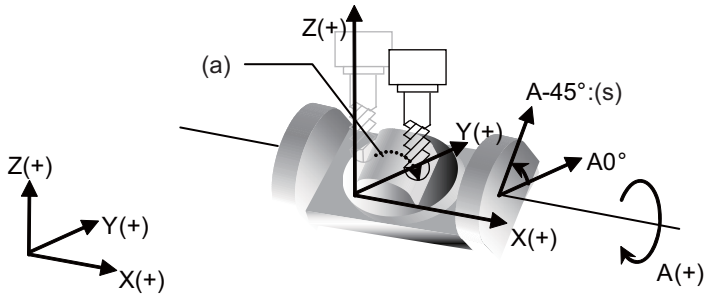


(a) дуговые операции (P) ошибка программы

(4) Вариант с наклоняемым столом (на основе начальной позиции)

<Программа обработки>

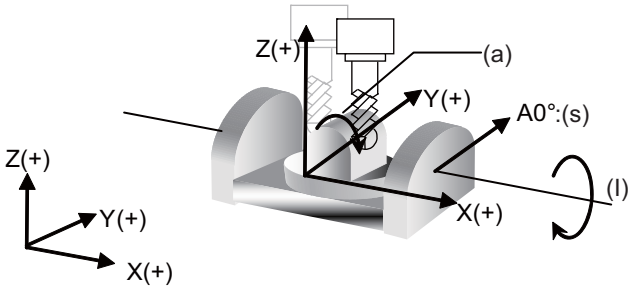
```
 :
G19 A-45.
G43.4 H1
 :
G02 Xx Yy Ii Jj
 :
```



(5) Вариант с наклоняемым столом (система координат программирования = система координат детали)

<Программа обработки>

```
 :
G18
G43.4 H1
 :
G02 Xx Zz Ii Kk
 :
```



(a) дуговые операции (s) начальная позиция (I) вокруг оси I

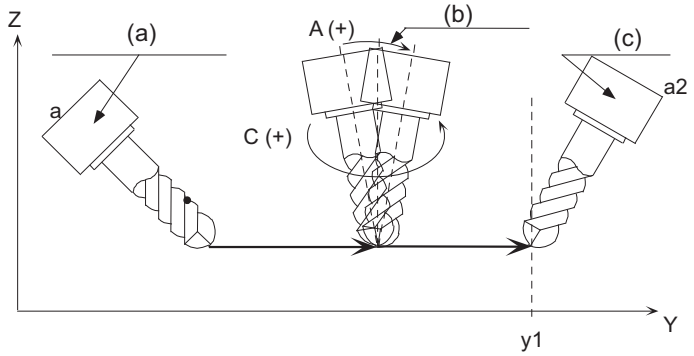
Связь с другими функциями

(1) 1-разрядная предуставка F-команды скорости подачи
Управление осуществляется так, чтобы центр инструмента двигался со скоростью, заданной в команде. Учитывайте, что скорость не может быть изменена ручным маховичком.

(2) Коррекция буфера
Во время управления центром инструмента коррекция буфера не возможна.

(3) Вспомогательная функция (MSTB)
Во время управления центром инструмента можно выполнять команды вспомогательных функций (MSTB).
(При прохождении через особую точку стробирующий сигнал выводится в начале кадра. В конце кадра происходит ожидание завершения.)

(Пример)
:
G90 Aa1 ;
G43.4 Yy1 Aa2 Mm Hh ;
:



(a) вывод стробирующего сигнала M
(b) прохождение особой точки (c) ожидание завершения M

(4) Шпинделем / осью C можно управлять вне зависимости от наклона инструмента или наклона стола.

(5) Ручной возврат в референтную позицию
Во время управления центром инструмента не выполняйте ручной возврат в референтную позицию. В противном случае инструмент отклоняется от запрограммированного пути.

(6) Расчет времени обработки
Время обработки по программе, в которой используется режим управления центром инструмента, рассчитывается неточно.

(7) Графическая трассировка
Графическая трассировка во время управления центром инструмента всегда выполняется в отношении центра инструмента.

(8) Графическая проверка
Графическая проверка во время управления центром инструмента всегда выполняется в отношении центра инструмента.

(9) Перезапуск программы
Во время управления центром инструмента поиск перезапуска не возможен. При попытке возникает ошибка программы (P49).

(10) Удержание модального состояния
Во время управления центром инструмента отменяется.

(11) Проверочный останов
Позицию при управлении центром инструмента можно сверить и остановить.

(12) Прерывание автоматической работы с помощью рукоятки
Во время управления центром инструмента не следует прерывать автоматическую работу с помощью рукоятки. В противном случае инструмент отклоняется от запрограммированного пути.

(13) Одновременное ручное и автоматическое управление
Во время управления центром инструмента одновременное ручное и автоматическое управление осями, соответствующими управлению центром инструмента, не возможно.

(14) Маховичковая подача инструмента и прерывание с помощью маховичка
Во время управления центром инструмента не выполнять подачу инструмента маховичком и прерывание маховичком. В противном случае инструмент отклоняется от запрограммированного пути.

(15) Снятие фаски / скругление угла детали
Если во время управления центром инструмента выполняется снятие фаски / скругление угла детали, то управление центром инструмента применяется к траектории после снятия фаски / скругления угла детали.

(16) Зеркальное отображение на основе параметра / зеркальное отображение по внешнему сигналу
Если команда управления центром инструмента задана во время зеркального отображения на основе параметра / по внешнему сигналу, возникает ошибка программы (P941). Зеркальное отображение на основе параметра / по внешнему сигналу тоже не следует включать во время управления центром инструмента.

(17) Команда линейного угла
Если ось A используется как поворотная ось, линейная угловая команда не возможна. Если ось A не используется как поворотная ось, управление центром инструмента применяется к форме после линейной угловой команды.

(18) Геометрическая команда
Если ось A используется как поворотная ось, геометрическая команда не возможна. Если ось A не используется как поворотная ось, управление центром инструмента применяется к форме после геометрической команды.

(19) Поворот фигуры
Управление центром инструмента применяется к форме после поворота фигуры.

(20) Поворот координат с помощью параметра
Если команда управления центром инструмента задана во время поворота координат с помощью параметра, возникает ошибка программы (P941). Поворот координат с помощью параметра тоже не следует включать во время управления центром инструмента.

(21) Отрезание
Операция отрезания для 3 ортогональных осей и 2 поворотных осей не может быть выполнена во время управления центром инструмента.

(22) Макропрерывание
Если команда макропрерывания выполняется во время управления центром инструмента, возникает ошибка программы (P942).

(23) Управление сроком службы инструмента
Величина компенсации управления центром инструмента во время управления сроком службы инструмента равна величине компенсации инструмента в рамках управления сроком службы инструмента.

(24) Безинтерполяционный режим G00
Действует аналогично "G00 с интерполяцией".

(25) Отображение текущей скорости подачи на дисплее
Отображается окончательная результирующая скорость подачи.

(26) Ручное прерывание
Если во время удержания подачи или покадрового останова выполнено ручное прерывание, то движение будет эквивалентно движению при выключенном ручном абсолютном задании, если выбран перезапуск, не зависящий от абсолютного или инкрементного режима задания команд.

(27) Блокировка станка
Блокировка каждой оси станка применяется к оси двигателя.

(28) Счетчик остаточного расстояния
Отображается остающееся расстояние центра инструмента в системе координат программирования.

(29) Блокировка
Блокировка применяется к оси двигателя.

(30) Подача резания / подмена быстрого хода
Подмена применяется к скорости подачи центра инструмента. Если скорость подачи фиксируется, подмена применяется к фиксированной скорости.

(31) Ручной возврат в референтную позицию
Если во время управления центром инструмента выполняется ручной возврат в референтную позицию, то после этого инструмент отклоняется от запрограммированной траектории.

(32) Холостой прогон
Холостой прогон применяется к скорости центра инструмента.

(33) Сброс ЧПУ
Если во время управления центром инструмента выполнен сброс ЧПУ, сразу происходит замедление до останова. Управление центром инструмента отменяется также в случае "сброса ЧПУ 1" и удержания модального состояния.

(34) Аварийный останов
Если во время управления центром инструмента выполнен аварийный останов, сразу происходит останов.

(35) Сохраненный предел хода
Сохраненный предел хода действует в отношении оси двигателя для всех режимов IB, IIB и IC.

(36) Прерывание MDI
Если во время управления центром инструмента выполняется прерывание MDI, возникает ошибка операции (O170).

(37) Функция высокоточного управления
Ускорение при быстром ходе (G00) во время высокоточного управления равно ускорению при скорости подачи резания (G01).

Связь с другими G-кодами

Pxxx в перечне обозначает номера ошибок программы

Формат		Функция	Если функция левого столбца задана в модальной команде этой функции	Если эта функция задана в модальной команде левого столбца	Если эта функция задана в том же кадре
G00		Позиционирование	Переключение на скорость быстрого хода, а затем управление центром инструмента.	Управление центром инструмента происходит на скорости быстрого хода.	Управление центром инструмента происходит на скорости быстрого хода.
G01		Линейная интерполяция	Переключение на скорость подачи резания, а затем управление центром инструмента.	Управление центром инструмента происходит на скорости подачи резания.	Управление центром инструмента происходит на скорости подачи резания.
G02/G03		Круговая интерполяция	Происходит, если выполняются некоторые условия. см. "Управление центром инструмента; G43.4/G43.5".	P941	P941
		Винтовая интерполяция	P942	P941	P941
G02.1/G03.1		Спиральная интерполяция	P942	P941	P941
G02.3/G03.3		Экспоненциальная интерполяция	P942	P941	P941
G04		Выдержка времени	Выдержка времени выполняется.	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как функция выдержки времени имеет более высокий приоритет, чем функция управления центром инструмента.
G05	P1 (примечание 1)	Режим высокоскоростной обработки	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 16,8 м/мин	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 16,8 м/мин	P 33
	P2 (примечание 1)		Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 100 м/мин	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 100 м/мин	P 33
	P10000 (примечание 2)	Высокоскоростное высокоточное управление II	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 100 м/мин	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 100 м/мин	P 33
G05.1 (примечание 2)		Высокоскоростное высокоточное управление I	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 33,7 м/мин	Если кадр с командой G1 для 1-миллиметрового сегмента задан одновременно для 5 осей, макс. скорость подачи равна 33,7 м/мин	P 33
G06.2		Интерполяция NURBS	P942	Общая ошибка P*** NURBS	P941
G07		Интерполяция гипотетической оси (не реализована)	P942	-	P941
G07.1 G107		Цилиндрическая интерполяция	P942	P941	P941

(Примечания 1)Действует, если параметр "#1267 ext03/бит 0" выключен. Если эта команда задана при включенном параметре, возникает ошибка программы (P34).

(Примечания 2)Действует, если параметр "#1267 ext03/бит 0" включен. Если эта команда задана при выключенном параметре, возникает ошибка программы (P34).

Формат		Функция	Если функция левого столбца задана в модальной команде этой функции	Если эта функция задана в модальной команде левого столбца	Если эта функция задана в том же кадре
G08 (примечание)	P0	Высокоточное управление	Управление центром инструмента происходит в режиме резания.	Управление центром инструмента происходит в режиме резания.	P 33
	P1		Управление центром инструмента происходит в высокоточном режиме управления.	Управление центром инструмента происходит в высокоточном режиме управления.	P 33
G09		Контроль точного останова	В конце кадра происходит контроль замедления.	-	В конце кадра происходит контроль замедления.
G10/G11		Ввод программируемого параметра	P942	-	P941
G10		Ввод данных компенсации программой	P942	-	P941
G12/G13		Резание по окружности	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как резание по окружности имеет более высокий приоритет, чем функция управления центром инструмента.
G12.1/G13.1 G112/G113		Интерполяция полярных координат	P942	P941	P941
G15/G16		Команда полярных координат	P942	P941	P941
G17...G19		Выбор плоскости	Эта модальная команда переключается на указанную плоскость.	-	Эта модальная команда переключается на указанную плоскость.
G20/G21		Дюймы/ метрические единицы	P942	Управление центром инструмента выполняется в соответствии с модальным состоянием единиц (дюймы или метрические единицы).	P941
G22/G23		Проверка хода перед перемещением	P942	P941	P941
G27		Контроль референтной позиции	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать контроль референтной позиции.
G28		Возврат в опорную позицию	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать возврат в референтную позицию.
G29		Возврат в начальную позицию	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать возврат в начальную позицию.

Формат	Функция	Если функция левого столбца задана в модальной команде этой функции	Если эта функция задана в модальной команде левого столбца	Если эта функция задана в том же кадре
G30	Возврат во 2-ю, 3-ю, 4-ю референтную позицию	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать возврат во 2-ю, 3-ю, 4-ю референтную позицию.
G30.1...G30.6	Возврат в позицию смены инструмента 1...6	P942	-	P941
G31	Пропуск	P942	-	P941
G31.1...G31.3	Функция многошагового пропуска	P942	-	P941
G33	Нарезание резьбы	P942	P941	P941
G34...G36/ G37.1	Специальный стандартный цикл	P942	-	P941

(Примечание)Действует, если параметр "#1267 ext03/бит 0" включен. Если эта команда задана при выключенном параметре, возникает ошибка программы (P34).

Формат	Функция	Если функция левого столбца задана в модальной команде этой функции	Если эта функция задана в модальной команде левого столбца	Если эта функция задана в том же кадре
G37	Автоматическое измерение длины инструмента	P942	-	P941
G38	Указанием вектора для компенсации радиуса инструмента	P942	-	P941
G39	Круговая команда для угла детали при компенсации радиуса инструмента	P942	-	P941
G40/G41/G42	Коррекция на радиус резца	P942	P941	P941
G40.1/G41.1/ G41.2	Управление нормалью	P942	P941	P941
G43/G44/G49	Компенсация длины инструмента	Компенсация длины инструмента возможна при отмене управления центром инструмента.	Управление центром инструмента возможно при отмене компенсации длины инструмента.	Приоритет имеет модальная команда, заданная позднее.
G43.1/G49	Компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента	Компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента возможна при отмене управления центром инструмента.	Управление центром инструмента возможно при отмене компенсации длины инструмента вдоль оси инструмента.	Приоритет имеет модальная команда, заданная позднее.
G45/G46/ G47/ G48	Смещение позиции инструмента	P942	-	P941
G50/G51	Масштабирование	P942	P941	P942
G50.1/G51.1	Зеркальное отображение	P942	P941	P941
G52	Настройка локальной системы координат	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать настройка локальной системы координат.
G53	Выбор системы координат станка	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать выбор системы координат станка.
G54...G59/ G54.1	Выбор системы координат детали	P942	Управление центром инструмента выполняется в системе координат детали, выбранной в данный момент.	P941
G60	Однонаправленное позиционирование	P942	-	Управление центром инструмента игнорируется, так как начинает действовать однонаправленное позиционирование.
G61	Режим контроля точного останова	В конце кадра происходит контроль замедления.	В конце кадра происходит контроль замедления.	В конце кадра происходит контроль замедления.

Формат	Функция	Если функция левого столбца задана в модальной команде этой функции	Если эта функция задана в модальной команде левого столбца	Если эта функция задана в том же кадре
G61,1	Высокоточное управление	Управление центром инструмента происходит в высокоточном режиме управления.	Управление центром инструмента происходит в высокоточном режиме управления.	Управление центром инструмента происходит в высокоточном режиме управления.
G61,2	Высокоточная сплайновая интерполяция 1	P942	P941	P941
G61,3	Высокоточная сплайновая интерполяция 2	P942	P941	P942
G62	Автоматическая подмена в углу детали	P942	P941	P941
G63	Режим нарезания резьбы метчиком	P942	P941	P941
G64	Режим резания	Управление центром инструмента происходит в режиме резания.	Управление центром инструмента происходит в режиме резания.	Управление центром инструмента происходит в режиме резания.

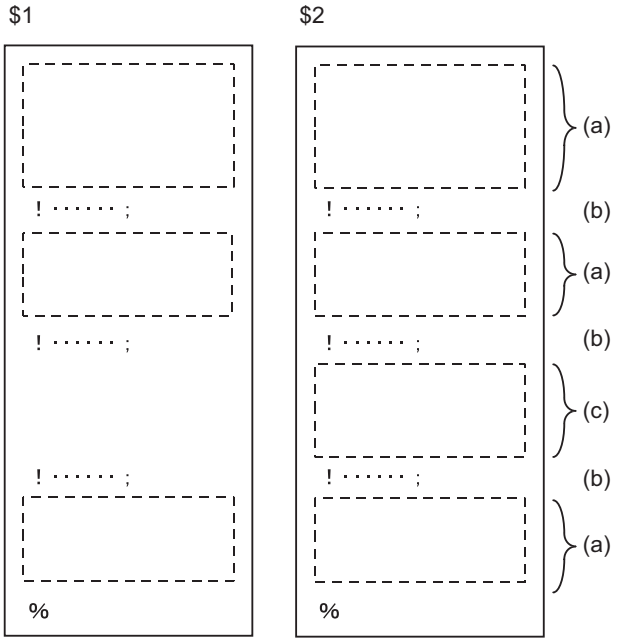
Формат	Функция	Если функция левого столбца задана в модальной команде этой функции	Если эта функция задана в модальной команде левого столбца	Если эта функция задана в том же кадре
G65...G67/ G66.1	Макросы пользователя	Управление центром инструмента действует даже в пользовательской макропрограмме.	Управление центром инструмента действует даже в пользовательской макропрограмме.	Управление центром инструмента игнорируется, так как пользовательский макрос имеет более высокий приоритет, чем функция управления центром инструмента.
-	Прекращение действия подпрограммы пользовательского макроса	Подпрограмма пользовательского макроса завершается.	-	Управление центром инструмента игнорируется.
-	Отмена проверки ошибки конечной позиции	Действует отмена проверки ошибки конечной позиции.	-	Отмена проверки ошибки конечной позиции тоже действует.
G68/G69	Поворот координат	P942	P941	P941
G68IiJjKk/ G69	Трехмерное преобразование координат	P922	P941	P923
G70...G89	Стандартные циклы	P942	Как только начинает действовать стандартный цикл, управление центром инструмента игнорируется.	Как только начинает действовать стандартный цикл, управление центром инструмента игнорируется.
G90/G91	Абсолютное/ инкрементное задание	Модальное состояние переключается на указанный режим (абсолютное или инкрементное задание), а затем выполняется управление центром инструмента.	Управление центром инструмента выполняется в соответствии с установленным модальным режимом (абсолютное или инкрементное задание).	Управление центром инструмента выполняется в соответствии с командой абсолютного/ инкрементного задания.
G92	Настройка системы координат станка	P942	-	P941
G94	Вид подачи	Управление центром инструмента происходит в режиме "подача в минуту".	Управление центром инструмента происходит в режиме "подача в минуту".	Управление центром инструмента происходит в режиме "подача в минуту".
G95	Оборотная подача	P942	P941	P941
G96/G97	Контроль постоянства скорости резания	P942	P941	P941
G98	Возврат на исходный уровень стандартного цикла	Модальное состояние переключается на G98 и происходит управление центром инструмента.	Модальное состояние переключается на G98 и происходит управление центром инструмента.	Модальное состояние переключается на G98 и происходит управление центром инструмента.
G99	Возврат на уровень точки R стандартного цикла	Модальное состояние переключается на G99 и активируется управление центром инструмента.	Модальное состояние переключается на G99 и активируется управление центром инструмента.	Модальное состояние переключается на G99 и активируется управление центром инструмента.
G114,1	Синхронизация шпинделей	P942	P941	P941

(Примечание)G-коды, не упомянутые в вышеприведенном перечне, не возможны.

13.25 Ожидание и одновременная работа ; !L

Принцип действия и назначение

Многоосевая многочастная сложная система ЧПУ может одновременно выполнять несколько независимых программ обработки. Функция синхронизации частичных систем используется в случаях, если во время обработки требуется в некоторой точке синхронизировать операции 1-й и 2-й частичной системы, или если требуется работа лишь одной частичной системы.



(a) одновременная и независимая работа
(b) "ожидание и одновременная работа"
(c) работает только 2-я частичная система; 1-я частичная система находится в состоянии ожидания

⚠ ВНИМАНИЕ

1. При программировании многочастных систем будьте очень внимательны к перемещениям, выполняемым в других частичных системах.

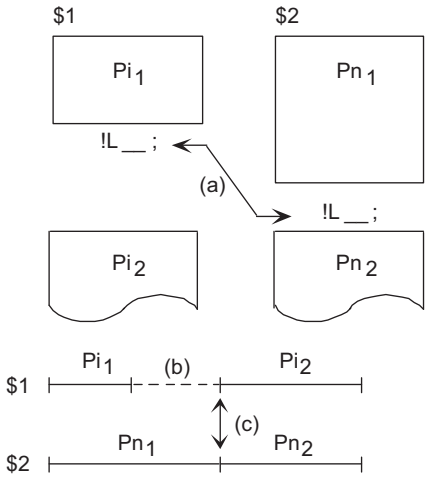
Формат команды

!L__ ;

L	"Ожидание и одновременная работа" № 1...9999

Подробное описание

(1) Если команда !L1__ задана из одной частичной системы, работа программы первой частичной системы приостанавливается и находится в состоянии ожидания до тех пор, пока команда !L1__ не будет задана из другой частичной системы.
Как только будет задана !L_ в другой частичной системе, программы в обеих частичных системах начнут выполняться одновременно.



(a) "ожидание и одновременная работа"
(b) ожидание
(c) одновременный запуск

(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 : Ожидание перед выполнением команды движения.
1 : Ожидание после выполнения команды движения.

(3) Если в одном и том же кадре с командой ожидания и одновременной работы нет никакой команды движения, а в следующем кадре запускается движение, синхронизация между частичными системами может не произойти. Чтобы при запуске движения после ожидания частичные системы синхронизировались, задавайте команду движения в том же кадре, что и команду "ожидания и одновременной работы".

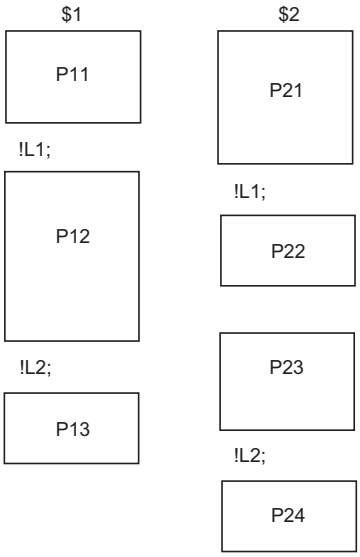
(4) Режим "ожидания и одновременной работы" возможен только в случае, если ожидаемая частичная система работает автоматически. Если это не возможно, команда ожидания и одновременной работы игнорируется и выполнение переходит к следующему кадру.

(5) L-команда представляет собой идентификационный номер режима "ожидания и одновременной работы" Ожидаются те же номера, однако если они не указаны, это интерпретируется как L0.

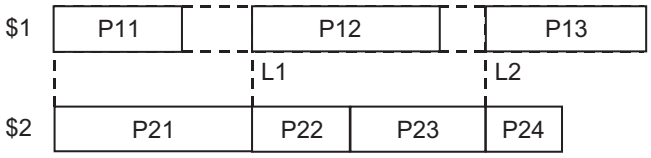
(6) Во время "ожидания и одновременной работы" в области состояния отображается "SYN". Сигнал ожидания и одновременной работы выводится на интерфейс контроллера.

Пример операции

Пример "ожидания и одновременной работы" частичных систем



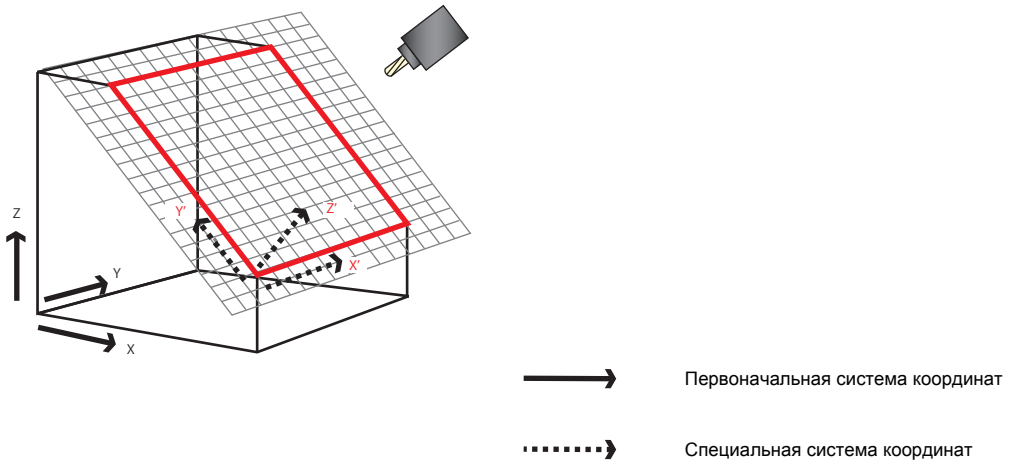
Программы выше выполняются следующим образом:



13.26 Обработка наклонной поверхности ; G68.2, G68.3

Принцип действия и назначение

Функция обработки наклонной поверхности позволяет определять новую систему координат (называемую "специальной системой координат"), которая образуется в результате поворота и параллельного переноса системы координат (X, Y, Z) (системы координат перед командой обработки наклонной поверхности). С помощью этой функции можно определить произвольную плоскость в пространстве и задавать обычные команды обработки для этой плоскости.
Имеется возможность автоматического управления осью инструмента в направлении Z + созданной специальной системы координат. Специальная система координат переопределяется в соответствии с направлением оси инструмента. Поэтому при составлении программ станочной обработки нет необходимости заботиться о направлении специальной системы координат и направлении вращения оси инструмента.
Эта функция возможна только для 5-осевой обработки. Кроме того, необходимо опциональное оснащение.
Если задана команда обработки наклонной поверхности, однако соответствующая опция отсутствует, возникает ошибка программы (P950).



Специальная система координат определяется по следующему принципу.

G код	Система команд
G68.2 P0	Определение с помощью углов Эйлера
G68.2 P1	Определение с помощью углов крена, тангажа и рыскания
G68.2 P2	Определение с помощью трех точек плоскости
G68.2 P3	Определение с помощью двух векторов
G68.2 P4	Определение с помощью углов проекции
G68,3	Определение с помощью направления оси инструмента
G69	Отмена команды обработки наклонной поверхности

13.26.1 Принцип определения специальной системы координат с помощью углов Эйлера

Формат команды

G68.2 P0 Xx Yy Zz Ia Jb Kc;

G68.2 P0	Включение режима обработки наклонной поверхности (определение с помощью углов Эйлера) (P0 можно не указывать.)
x, y, z	Нулевая точка специальной системы координат (задается в абсолютном виде в системе координат перед командой обработки наклонной поверхности)
a, b, c	Углы Эйлера (от -360.0° до 360.0°)

(Примечания 1)Если адрес X, Y или Z опущен, это интерпретируется как адрес 0. Если все координаты x, y и z равны 0, начало специальной системы координат будет совпадать с началом системы координат перед командой обработки наклонной поверхности.

(Примечания 2)Если адрес I, J или K не указан, адрес интерпретируется как ноль.

(Примечания 3)Если включен любой иной адрес кроме P, X, Y, Z, I, J и K, возникает ошибка программы (P954).

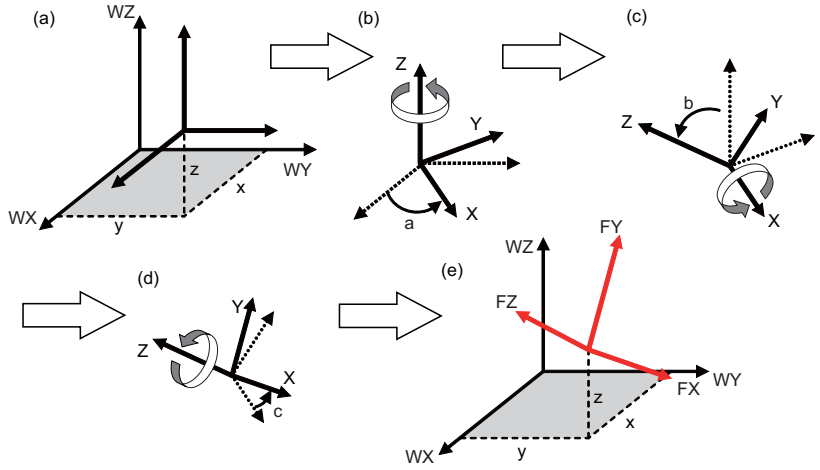
Подробное описание

С помощью команды G68.2 P0 (определение с помощью углов Эйлера) определяется специальная система координат (система координат, образуемая поворотом и смещением начала отсчета системы координат перед обработкой наклонной поверхности).
Поворот системы координат задается с помощью углов Эйлера.

При задании команды G68.2 Xx Yy Zz Ia Jb Kc определяется специальная система координат, разъясненная ниже.

(a) В качестве начала специальной системы координат устанавливается точка (x, y, z) в системе координат перед командой обработки наклонной поверхности.
(b) Поворот системы координат, определенной путем смещения начала отсчета в пункте (a), на угол "a" вокруг ее оси Z.
(c) Поворот системы координат, определенной путем поворота в пункте (b), на угол b вокруг ее оси X.
(d) Поворот системы координат, определенной путем поворота в пункте (c), на угол c вокруг ее оси Z.
(e) Система координат, созданная вышеописанными действиями, является специальной системой координат.

Поворот системы координат против часовой стрелки, глядя со стороны положительного конца оси центра вращения, считается поворотом в положительном направлении. Взаимосвязь между системой координат перед командой обработки наклонной поверхности и специальной системой координат пояснена на следующем рисунке.



13.26.2 Принцип определения специальной системы координат с помощью углов крена, тангажа и рыскания

Формат команды

G68.2 P1 Qq Xx Yy Zz Ia Jb Kc;

G68.2 P1	Включение режима обработки наклонной поверхности (определение с помощью углов крена, тангажа и рыскания)
x, y, z	Нулевая точка специальной системы координат (задается в абсолютном виде в системе координат перед командой обработки наклонной поверхности)
q	Очередность поворота q Первый Второй Третий 123 X Y Z 132 X Z Y 213 Y X Z 231 Y Z X 312 Z X Y 321 Z Y X Если адрес Q опущен, "q" интерпретируется как "123".
a	Угол поворота вокруг оси X (угол крена) (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)
b	Угол поворота вокруг оси Y (угол тангажа) (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)
c	Угол поворота вокруг оси Z (угол рыскания) (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)

(Примечания 1)Если адрес X, Y или Z опущен, это интерпретируется как адрес 0.
Если все координаты x, y и z равны 0, начало специальной системы координат будет совпадать с началом системы координат перед командой обработки наклонной поверхности.

(Примечания 2)Если адрес I, J или K не указан, адрес интерпретируется как ноль.

(Примечания 3)Если указан какой-либо иной адрес кроме P, Q, X, Y, Z, I, J и K, возникает ошибка программы (P954).

(Примечания 4)Если для "q" указано иное значение кроме вышеперечисленных, возникает ошибка программы (P954).

Подробное описание

(a) Укажите начало специальной системы координат с помощью x, y и z (координаты перед командой обработки наклонной поверхности).

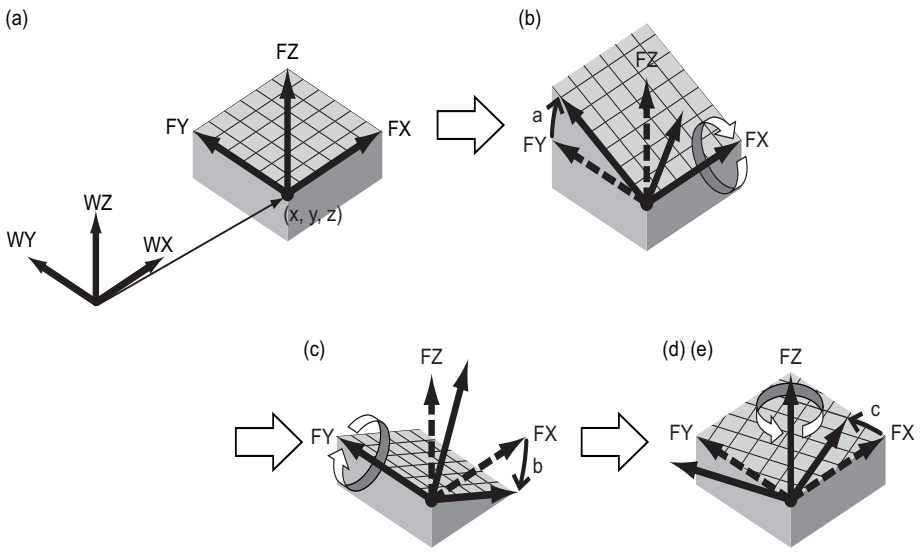
(b) Поворот смещенной системы координат на угол "a" вокруг оси X системы координат перед командой обработки наклонной поверхности. (угол крена)

(c) Поворот системы координат, определенной путем поворота в пункте (b), на угол b вокруг оси Y системы координат перед командой обработки наклонной поверхности. (угол тангажа)

(d) Поворот системы координат, определенной путем поворота в пункте (c), на угол c вокруг оси Y системы координат перед командой обработки наклонной поверхности. (угол рыскания)

(e) Система координат, созданная вышеописанными действиями, является специальной системой координат.

(Пример) G68.2 P1 Q123 Xx Yy Zz Ia Jb Kc; (Если q =123 [повороты в очередности WX, WY и WZ])



13.26.3 Принцип определения специальной системы координат по трем точкам плоскости

Формат команды

```
G68.2 P2 Q0 Xx0 Yy0 Zz0 Ra;
```

```
G68.2 P2 Q1 Xx1 Yy1 Zz1 ;
```

```
G68.2 P2 Q2 Xx2 Yy2 Zz2 ;
```

```
G68.2 P2 Q3 Xx3 Yy3 Zz3 ;
```

G68.2 P2	Включение режима обработки наклонной поверхности (определение по трем точкам плоскости)
Q	Указание точек (точки 1...3, или указание по расстоянию смещения) 0: расстояние смещения 1: 1-я точка 2: 2-я точка 3: 3-я точка
x0, y0, z0	Расстояние смещения между 1-й точкой и началом специальной системы координат (инкрементная величина по отношению к специальной системе координат перед параллельным смещением)
a	Угол для поворота специальной системы координат вокруг оси Z (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)
x1, y1, z1	1-я точка (указание начала специальной системы координат в виде позиции в системе координат детали)
x2, y2, z2	2-я точка (указание точки на оси X специальной системы координат (в направлении +) в виде позиции в системе координат детали)
x3, y3, z3	3-я точка (указание точки на оси Y специальной системы координат в виде позиции в системе координат детали)

(Примечания 1)Если адрес Q опущен, он интерпретируется как ноль.

(Примечания 2)Если в Q0...Q3 опущен адрес X, Y или Z, адрес интерпретируется как ноль.

(Примечания 3)Если адрес R опущен, он интерпретируется как ноль.

(Примечания 4)Если указан какой-либо иной адрес кроме P, Q, X, Y, Z и R, возникает ошибка программы (P954).

(Примечания 5)В следующих случаях возникает ошибка программы (P954).

- Если между G68.2 P2 Q0...Q3 вставлена какая-либо иная команда.
- Если отсутствует какой-либо из адресов G68.2 P2 Q1...Q3.
- Если адреса G68.2 P2 Q0...Q3 перекрываются.
- Если в адресе Q указано иное значение кроме 0...3.
- Если R задан в более чем одном кадре.

(Примечания 6)В следующих случаях возникает ошибка программы (P955).

- если для двух или более точек 1...3 указана одна и та же позиция.
- если три точки находятся на одной прямой.
- если расстояние между какой-либо из трех точек и прямой линией, соединяющей две другие точки, меньше 0,1 [мм].

Подробное описание

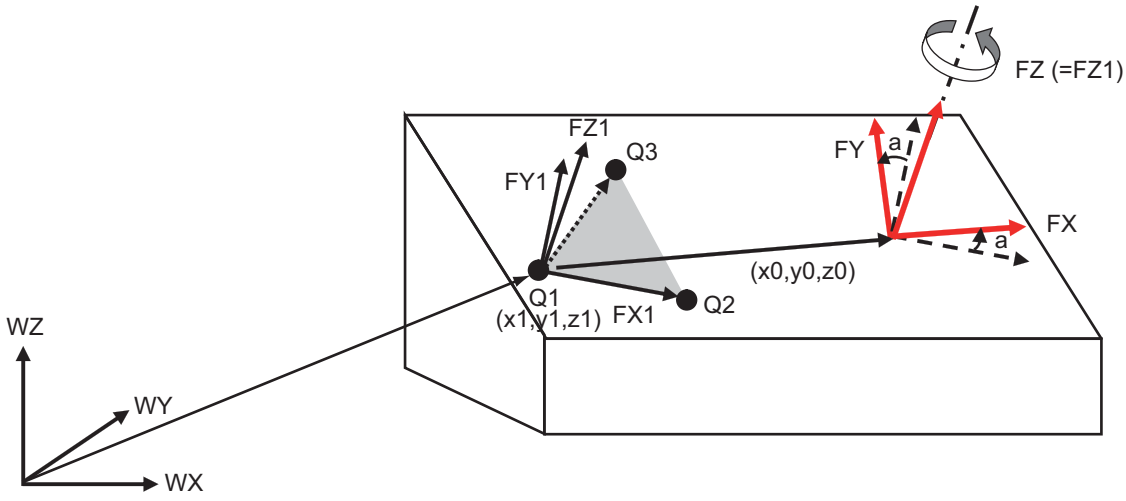
(1) Точки Q1, Q2 и Q3 указываются в системе координат, действующей перед командой обработки наклонной поверхности. Точка Q1 является началом специальной системы координат.

(2) Ось в направлении от точки Q1 к точке Q2 является осью X.
Обычно точка Q3 является точкой на оси Y (в направлении +). (Если заданные в команде ось X и ось Y не образуют идеальный прямой угол, ось Y автоматически корректируется так, чтобы она находилась под прямым углом к оси X.)
(Примечание 1) Направление оси Z специальной системы координат совпадает с направлением векторного произведения (Q2-Q1)×(Q3-Q1).
(Примечание 2) Направление оси Y специальной системы координат определяется по принципу правой руки.

(3) Если задано расстояние смещения (x0, y0, z0) начала специальной системы координат, то после поворотов начало специальной системы координат параллельно перемещается на (x0, y0, z0). Задавайте команду расстояния параллельного смещения в специальной системе координат, действующей перед параллельным смещением. Всегда указывайте x0, y0 и z0 в инкрементном виде.

(4) Если в адресе R задается угол поворота, специальная система координат поворачивается на угол "a" вокруг оси Z специальной системы координат.

(Пример) G68.2 P2 Q0 Xx0 Yy0 Zz0 Ra ;
G68.2 P2 Q1 Xx1 Yy1 Zz1 ;
G68.2 P2 Q2 Xx2 Yy2 Zz2 ;
G68.2 P2 Q3 Xx3 Yy3 Zz3 ;



13.26.4 Принцип определения специальной системы координат с помощью двух векторов

Формат команды

G68.2 P3 Q1 Xx Yy Zz Iix Jjx Kkx ;

G68.2 P3 Q2 Iiz Jjz Kkz ;

G68.2 P3	Включение режима обработки наклонной поверхности (определение с помощью двух векторов)
Q	Указание векторов (выбор вектора направления оси X или вектора направления оси Z) 1: вектор направления оси X 2: вектор направления оси Z
x, y, z	Начало специальной системы координат (задается в абсолютном виде в системе координат перед командой обработки наклонной поверхности)
ix, jx, kx	Вектор направления оси X специальной системы координат (направление задается по отношению к системе координат перед командой обработки наклонной поверхности. Диапазон настройки соответствует диапазону настройки оси, в безразмерных единицах)
iz, jz, kz	Вектор направления оси Z специальной системы координат (направление задается по отношению к системе координат перед командой обработки наклонной поверхности. Диапазон настройки соответствует диапазону настройки оси, в безразмерных единицах)

(Примечания 1)Если адрес X, Y или Z опущен, это интерпретируется как адрес 0.
Если все координаты x, y и z равны 0, начало специальной системы координат будет совпадать с началом системы координат перед командой обработки наклонной поверхности.

(Примечания 2)Если в команде G68.2 P3 Q1 и Q2 отсутствует адрес I, J или K, отсутствующее значение интерпретируется как ноль.

(Примечания 3)Если указан какой-либо иной адрес кроме P, Q, I, J и K, возникает ошибка программы (P954). (в команде G68.2 P3 Q1 можно указывать X, Y и Z)

(Примечания 4)В следующих случаях возникает ошибка программы (P954).
- если между G68.2P3 Q1 и Q2 вставлена любая иная команда.
- если отсутствует какой-либо из адресов G68.2 P3 Q1 или Q2.
- если адреса G68.2 P3 Q1 и Q2 перекрываются.
- если для адреса Q указано иное значение кроме 1 или 2.
- если адрес Q опущен.

(Примечания 5)В следующих случаях возникает ошибка программы (P955).
- если все значения ix, jx и kx равны нулю.
- если все значения iz, jz и kz равны нулю.
- Если угол, образуемый векторами X и Z специальной системы координат, не прямой (отклонение равно 5 градусам или больше).

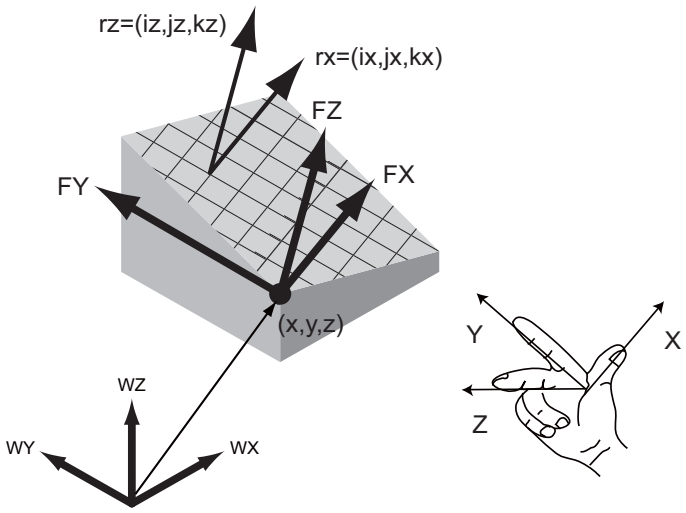
Подробное описание

(1) Укажите начало специальной системы координат с помощью x, y и z (координаты перед командой обработки наклонной поверхности).

(2) Направления осей X, Y и Z специальной системы координат определяются следующим образом.
- положительное направление оси X специальной системы координат rx = (ix, jx, kx).
- положительное направление оси Y специальной системы координат совпадает с направлением векторного произведения (iz, jz, kz)×(ix, jx, kx).
- ось Z специальной системы координат определяется по принципу правой руки.

Направление rx =(ix, jx, kx) является осью X специальной системы координат.
Обычно направление rz =(iz, jz, kz) является осью Z (положительное направление) специальной системы координат.
(Если заданные в команде оси X и Y не образуют точный прямой угол, ось Y корректируется так, чтобы она находилась под прямым углом к оси X.)

Пример G68.2 P3 Q1 Xx Yy Zz Iix Jjx Kkx ;
G68.2 P3 Q2 Iiz Jjz Kkz ;



13.26.5 Принцип определения специальной системы координат с помощью углов проекции

Формат команды

G68.2 P4 Xx Yy Zz Ia Jb Kc ;

G68.2 P4	Включение режима обработки наклонной поверхности (определение с помощью углов проекции)
x, y, z	Начало специальной системы координат (задается в абсолютном виде в системе координат перед командой обработки наклонной поверхности)
a	Угол для поворота оси X вокруг оси Y системы координат (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)
b	Угол для поворота оси X вокруг оси Y системы координат (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)
c	Угол поворота вокруг оси Z специальной системы координат (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)

(Примечания 1)Если адрес X, Y или Z опущен, это интерпретируется как адрес 0. Если все координаты x, y и z равны 0, начало специальной системы координат будет совпадать с началом системы координат перед командой обработки наклонной поверхности.

(Примечания 2)Если отсутствует адрес I, J или K, отсутствующее значение интерпретируется как ноль.

(Примечания 3)Если включен любой иной адрес кроме P, X, Y, Z, I, J и K, возникает ошибка программы (P954).

(Примечания 4)Если угол, образуемый осью X после поворота на угол "a" вокруг оси Y и осью Y после поворота на угол "b" вокруг оси X, равен 1 градусу или меньше, возникает ошибка программы (P954).

Подробное описание

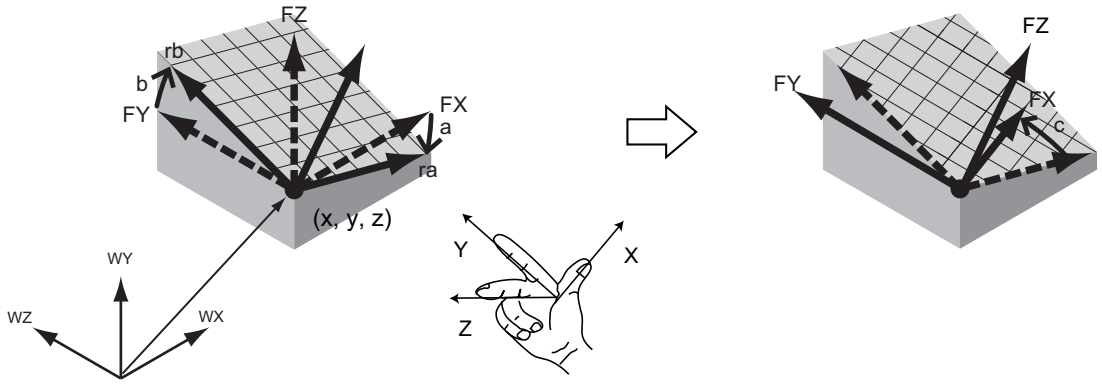
(1) Укажите начало специальной системы координат с помощью x, y и z (координаты перед командой обработки наклонной поверхности).

(2) Направления осей X, Y и Z специальной системы координат определяются следующим образом.
- направление, в котором ось X системы координат перед командой обработки наклонной поверхности поворачивается на угол "a" вокруг оси Y, обозначается как "ra".
- направление, в котором ось Y системы координат перед командой обработки наклонной поверхности поворачивается на угол "b" вокруг оси X, обозначается как "rb".
- направление оси Z специальной системы координат определяется направлением векторного произведения (ra × rb).
- направление оси X специальной системы координат определяется поворотом "ra" на угол "c" вокруг оси Z специальной системы координат.
- ось Z специальной системы координат определяется по принципу правой руки.

(Примечания 1)Если "ra" и "rb" параллельны (или угол, образуемый этими двумя векторами, равен 1 градусу или меньше), возникает ошибка программы (P955).

(Примечания 2)Кроме плоскостей XZ и YZ невозможно указать никакую другую плоскость, параллельную оси Z.

Пример G68.2 P4 Xx Yy Zy Ia Jb Kc ;



13.26.6 Принцип определения специальной системы координат на основе направления оси инструмента

Формат команды

G68.3 Xx Yy Zz Ra;

G68,3	Включение режима обработки наклонной поверхности (определение на основе направления оси инструмента)
x, y, z	Начало специальной системы координат (задается в абсолютном виде в системе координат перед командой обработки наклонной поверхности)
a	Угол для поворота специальной системы координат вокруг оси Z (диапазон настройки: от -360.0° до 360.0°)

(Примечания 1)Если адрес X, Y или Z опущен, это интерпретируется как адрес 0. Если все координаты x, y и z равны 0, начало специальной системы координат будет совпадать с началом системы координат перед командой обработки наклонной поверхности.

(Примечания 2)Если адрес R опущен, его значение интерпретируется как ноль.

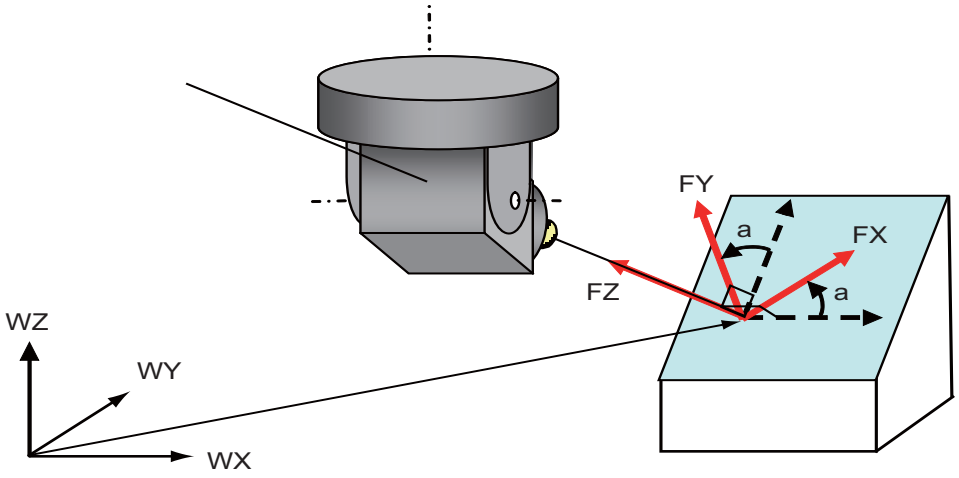
(Примечания 3)Если вставлен какой-либо иной адрес кроме X, Y, Z и R, возникает ошибка программы (P954).

Подробное описание

(1) Укажите начало специальной системы координат с помощью x, y и z (координаты перед командой обработки наклонной поверхности).

(2) Направления осей X, Y и Z специальной системы координат определяются следующим образом.
- направление оси Z специальной системы координат совпадает с направлением оси инструмента.
- направление оси X специальной системы координат совпадает с направлением оси X системы координат, действовавшей перед командой обработки наклонной поверхности после поворота с инструментом. (Если все поворотные оси на стороне инструмента находятся в положении 0 градусов (значение станка), направление оси X специальной системы координат будет совпадать с направлением оси X системы координат, действовавшей перед обработкой наклонной поверхности.)
- Направление оси Y специальной системы координат совпадает с направлением оси Y система координат, действовавшей перед командой обработки наклонной поверхности после поворота с инструментом. (Если все поворотные оси на стороне инструмента находятся в положении 0 градусов (значение станка), направление оси Y специальной системы координат будет совпадать с направлением оси Y системы координат, действовавшей перед обработкой наклонной поверхности.)
- Специальная система координат окончательно устанавливается путем поворота на угол "a" вокруг оси Z.

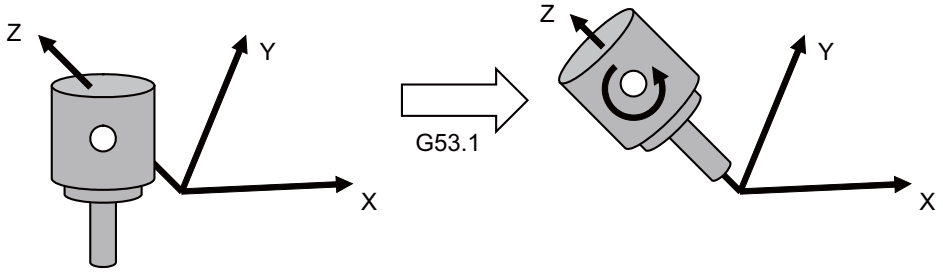
Пример G68.3 Xx Yy Zy Ra;



13.26.7 Управление направлением оси инструмента

Принцип действия и назначение

Команда G53.1 автоматически перемещает поворотную ось так, чтобы направление оси инструмента (направление от конца инструмента к его основанию) совпадало с направлением +Z специальной системы координат.
Для станков с наклоняемым столом и станков комбинированного типа специальная система координат может изменяться в соответствии с поворотом поворотной оси стола. В этом случае оси X, Y и Z не перемещаются и счетчик текущей позиции показывает координаты специальной системы координат, определенной последней.
Ниже приведен пример станка комбинированной конфигурации, поясняющий работу при задании команды G53.1.
Поворотная ось на стороне инструмента обозначена как ось B, а поворотная ось на стороне стола − как ось C. На станках комбинированного типа команда G53.1 поворачивает ось C так, чтобы ось Z специальной системы координат (1-й специальной системы координат) находилась в плоскости X-Z системы координат детали. Ось B поворачивается так, чтобы направление оси инструмента совпадало с направлением + Z 2-й специальной системы координат, определенной после поворота оси C. (Оси X, Y и Z не перемещаются.)
Счетчик текущей позиции показывает координаты 2-й специальной системы координат. Скорость хода поворотных осей при команде G53.1 соответствует действующей в данный момент модальной команде (G00/G01).



Формат команды

G53.1 Pp ;

G53,1	Управление направлением оси инструмента (группа 0)
p	Выберите решение для каждого типа станка 0: Выбор стандартного решения (решения, применяемого по умолчанию) для каждого типа станка. 1: Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в положительном направлении. 2: Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в отрицательном направлении.

(Примечания 1)Задавайте команду G53.1 во время режима обработки наклонной поверхности. Если эта команда задана в любом ином режиме, возникает ошибка программы (P953).
(Примечания 2)Задавайте команду G53.1 в отдельном кадре. Если эта команда задана в одном и том же кадре с другими G-кодами или командой перемещения и т. п., возникает ошибка программы (P953).
(Примечания 3)Скорость хода при задании команды G53.1 соответствует действующей в данный момент модальной команде скорости.
(Примечания 4)Если адрес P отсутствует, он интерпретируется как ноль. Если задано какое-либо иное значение кроме 0, 1 и 2, возникает ошибка программы (P35).
(Примечания 5)Если в команде указан какой-либо иной адрес кроме P, возникает ошибка программы (P953).

Подробное описание

Выберите решение для поворотной оси

При использовании команды G53.1 обычно возможны два решения для рассчитанного угла поворотной оси. При одном решении первичная поворотная ось поворачивается в положительном направлении, а при другом в отрицательном. Выберите одно из решений с помощью адреса P (P =0, 1 или 2) в команде G53.1.

Ниже названы стандартные решения для всех типов станков.

Если P равен "0": Выбор стандартного решения (решения, применяемого по умолчанию) для каждого типа станка

Если P равен "1": Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в положительном направлении

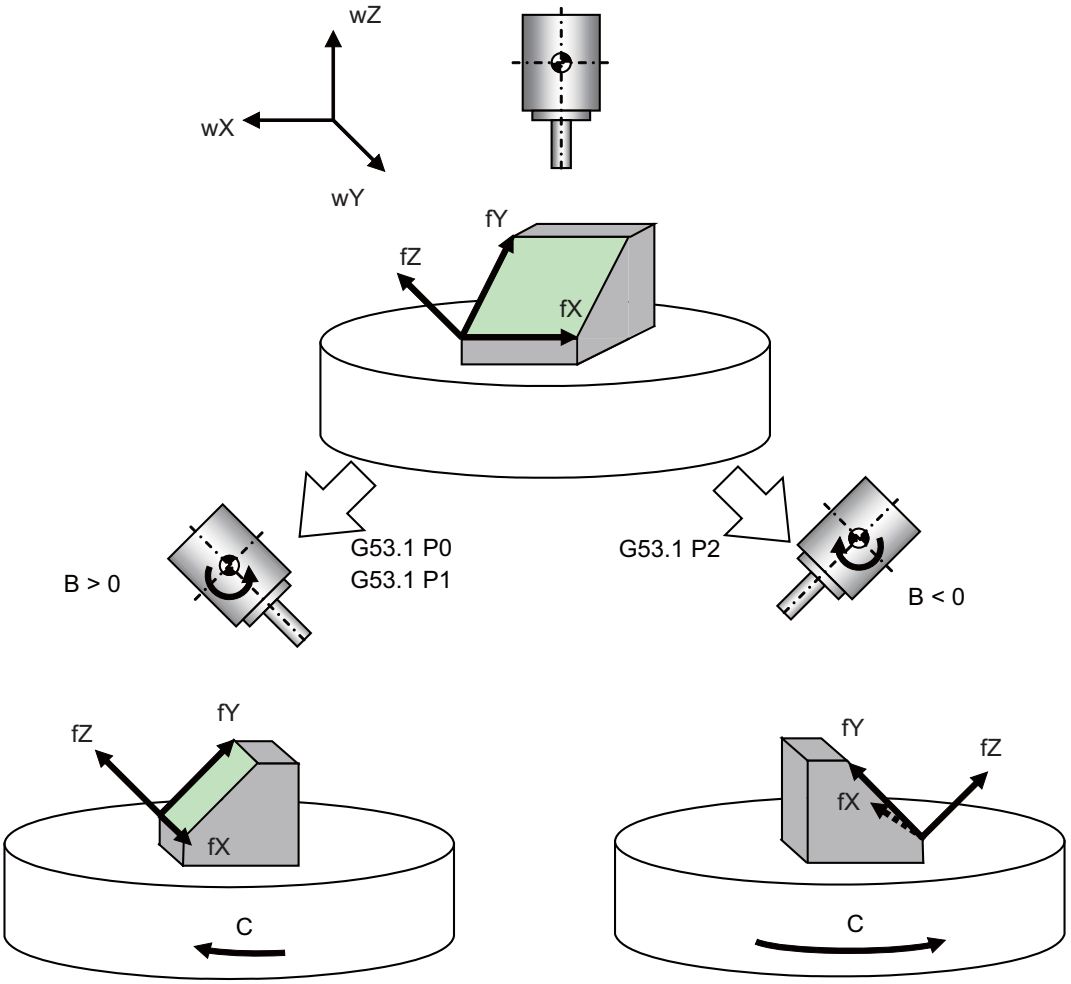
Если P равен "2": Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в отрицательном направлении

Если адрес P отсутствует, он интерпретируется как ноль, т. е. выбирается стандартное решение для каждого типа станка. Если указано любое иное значение кроме 0,1 и 2, возникает ошибка программы (P35).

Ниже названы стандартные решения для всех типов станков.

Тип станка	Первичная поворотная ось	Стандартное решение
С наклоняемым инструментом	2-я поворотная ось на стороне инструмента	Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в положительном направлении (аналогично случаю P = "1")
С наклоняемым столом	2-я поворотная ось на стороне стола	Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в отрицательном направлении (аналогично случаю P = "2")
Комбинированный тип	Поворотная ось на стороне инструмента	Выбор решения, при котором первичная поворотная ось поворачивается в положительном направлении (аналогично случаю P = "1")

Первичной поворотной осью является поворотная ось, которая служит в качестве критерия для выбора решения в команде G53.1.


wZ
wX
wY
fY
fZ
fX
G53.1 P0
G53.1 P1
B > 0
G53.1 P2
B < 0
fZ
fY
fX
C
fY
fZ
fX
C

13.26.8 Подробное описание операции

Подробное описание

(1) Работа во время режима обработки наклонной поверхности
Если задана команда обработки наклонной поверхности, определяется вышеописанная специальная система координат. Установив параметры #8901...#8906 на "23", координаты специальной системы координат можно отображать на счетчике (без движения станка). Команды перемещения во время режима обработки наклонной поверхности интерпретируются как координаты специальной системы координат.

(2) Управление направлением оси инструмента
При команде G53.1 поворотная ось движется так, чтобы направление оси инструмента совпадало с направлением Z+ специальной системы координат. В отличие от поворотной оси, оси X, Y и Z не перемещаются. При задании команды G53.1 скорость перемещения поворотной оси соответствует действующей в данный момент модальной команде скорости.

⚠ ВНИМАНИЕ

1. В зависимости от особенностей настройки системы координат, в ответ на команду G53.1 поворотная ось может совершить резкое движение. Поэтому прежде чем подавать команду G53.1, отведите инструмент достаточно далеко от стола.

(3) Отмена режима обработки наклонной поверхности
Команда G69 отменяет обработку наклонной поверхности. При отмене этого режима настройка специальной системы координат отменяется. Восстанавливается прежняя система координат детали на момент подачи команды обработки наклонной поверхности. Счетчик координаты детали переключается обратно на координаты прежней системы координат детали (без движения станка). Обработка наклонной поверхности отменяется также в результате сброса.
(Однако если параметр "#1151 rstint" установлен на "0", режим обработки наклонной поверхности сохраняется даже при выполнении "Сброса 1".)

Пример программы

Пример программы 1

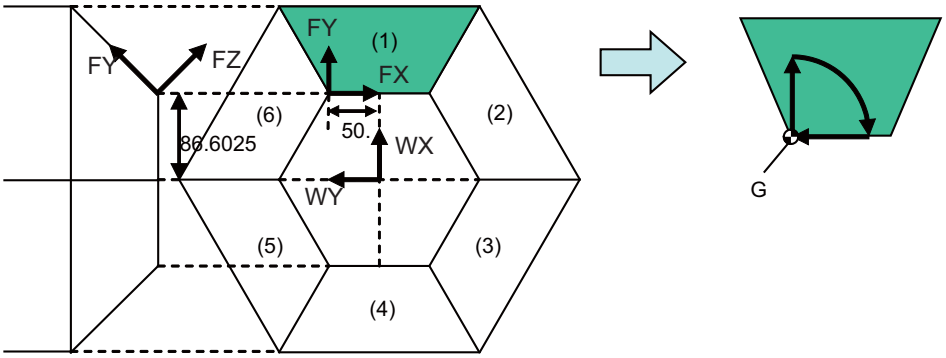
Программа #10 обрабатывает одну и ту же форму на каждой грани шестигранной колонны на станке комбинированного типа. В кадрах N1...N6 определяются специальные системы координат каждой грани. Затем одна и та же обработка выполняется с помощью подпрограммы (программа #100). За начало отсчета детали принят центр торца шестигранной колонны.

Программа обработки #10

```
N1 G68.2 X86.6025 Y50. Z0. I-90. J-45. K0.        Обработка грани (1)
   M98 P100;
   G69;
   G0 Z200.;
N2 G68.2 X86.6025 Y-50. Z0. I-150. J-45. K0.;     Обработка грани (2)
   M98 P100;
   G69; G0 Z200.;
N3 G68.2 X0. Y-100. Z0. I-210. J-45. K0.;         Обработка грани (3)
   M98 P100;
   G69;
   G0 Z200.;
N4 G68.2 X-86.6025 Y-50. I-270. J-45. K0.;        Обработка грани (4)
   M98 P100;
   G69;
   G0Z200. ;
N5 G68.2 X-86.6025 Y50. I-330. J-45. K0;          Обработка грани (5)
   M98 P100;
   G69;
   G0Z200.;
N6 G68.2 X0. Y100. I-30. J-45. K0.;               Обработка грани (6)
   M98 P100;
   G69;
   G0 Z200.;
   M30
```

Программа обработки #100

```
G53,1
G90 G0 X0. Y0. Z5.;
G1 Z-5. F500;
G1 Y20. F1000;
G2 X20. Y0. R20. F1000;
G1 X0. F1000;
M99 ;
```



G: Начало специальной системы координат

Пример программы 2

Программы #10...#15 обрабатывают форму на наклонной поверхности куба, как это показано на иллюстрации на следующей странице. Специальная система координат определяется путем указания наклонной поверхности в каждой основной программе. Затем одна и та же обработка выполняется на основе подпрограммы (программа обработки #100).

Программа обработки #10, задание с помощью углов Эйлера

```
N1 G28XYZBC;
   G54X0Y0Z0;
   M200;
   G68.2 X33.3333 Y 33.3333 Z66.6666 I-45 J54.7356 K0;
   M98 P100
   G69
```

Программа обработки #11, задание с помощью углов крена, тангажа и рыскания

```
N2 G28XYZBC;
   M200;
   G68.2 P1 Q321 X33.3333 Y 33.3333 Z66.6666 I45 J-35.2644 K-30;
   M98 P100;
   G69;
   M30;
```

Программа обработки #12, задание плоскости по трем точкам

```
N3 G28XYZBC;
   G54X0Y0Z;
   M200;
   G68.2 P2 Q0 X0 Y-18.7503 Z0 R0;
   G68.2 P2 Q1 X50 Y50 Z100
   G68.2 P2 Q2 X50 Y0 Z50;
   G68.2 P2 Q3 X50 Y50 Z100;
   M98 P100;
   G69;
   M30;
```

Программа обработки #13, задание с помощью двух векторов

```
N4 G28XYZBC;
   G54X0Y0Z0;
   M200;
   G68.2 P3 Q1 X33.3333 Y 33.3333 Z66.6666 J-100 K0;
   G68.2 P3 Q2 I-100 J-100 K100;
   M98 P100;
   G69;
   M30
```

Программа обработки #14, задание с помощью углов проекции

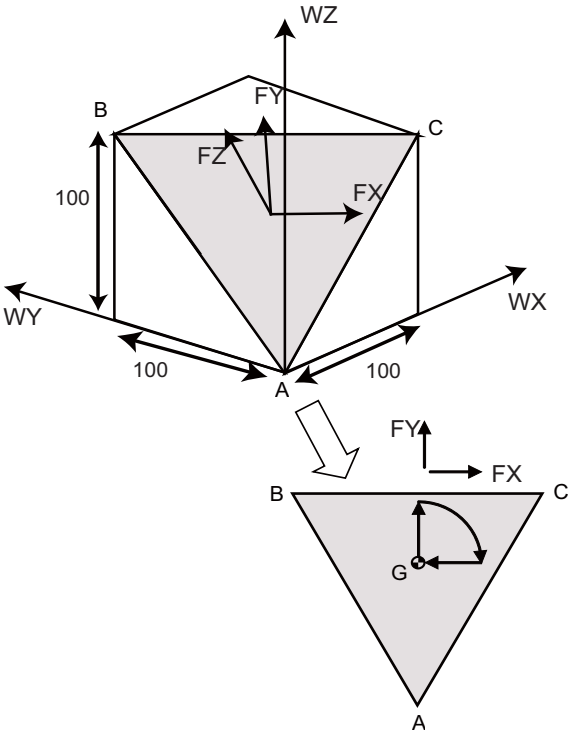
```
N5 G28XYZBC;
   G54X0Y0Z0;
   M200;
   G68.2 P4 X33.3333 Y 33.3333 Z66.6666 I-45 J45 K-60;
   M98 P100
   G69
   M30
```

Программа обработки #15, задание по направлению оси инструмента

```
N6 G28XYZBC;
   G54X0Y0Z0;
   M200;
   B-45. C45.;
   G68.3 X33.3333 Y33.3333 Z66.6667 R0.;
   M98 P100;
   M69;
   M30;
```

Программа обработки #100

```
   G53,1
   G90G0.X0.Y0.Z0.B0.C0.;
   G0X0Y0Z0;
   G1 Y50. F1000;
   G2 X50. Y0. R50. F1000;
   G1 X0. F1000;
   M99 ;
```



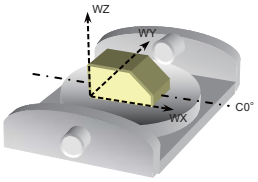
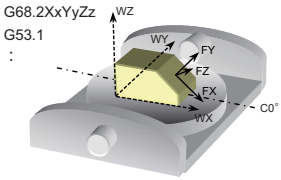
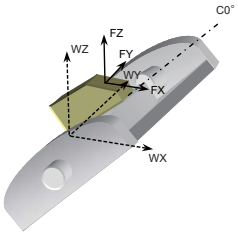
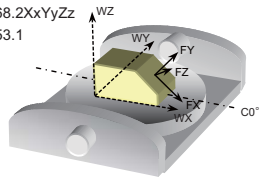
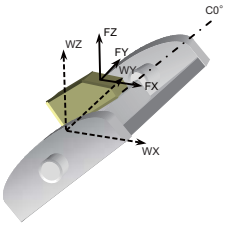
(X0, Y0, Z0) = (33.3333, 33.3333, 66.6667)

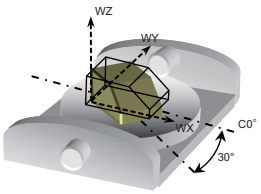
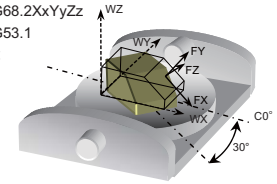
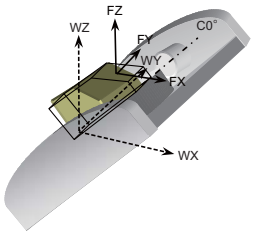
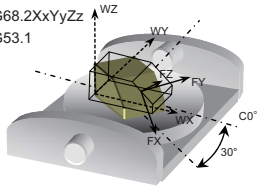
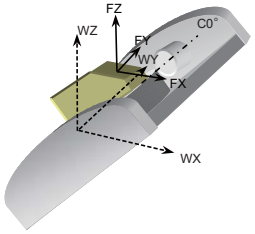
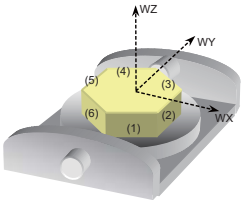
G: Начало специальной системы координат

13.26.9 Выбор базовой позиции поворотной оси

Подробное описание

Если задается команда обработки наклонной поверхности, базовую позицию для установления начала специальной системы координат можно настроить в параметре (#7915 Базовая позиция поворотной оси при обработке наклонной поверхности). Имеются два типа выбора базовой позиции. При одном варианте (вариант на основе начальной позиции) специальная система координат настраивается на основе системы координат детали вне зависимости от позиции поворотной оси. При другом варианте (вариант на основе позиции "ноль градусов") специальная система координат настраивается на основе системы координат детали, которая определена вне зависимости от позиции поворотной оси.

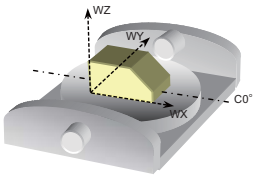
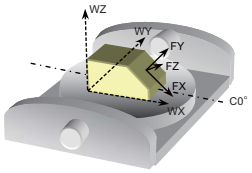
	Базовая позиция поворотной оси при обработке наклонной поверхности Начальная позиция (#7915 =1)	Базовая позиция поворотной оси при обработке наклонной поверхности Позиция "ноль градусов" (#7915 =0)
Если деталь расположена в направлении системы координат детали: Смещение координаты детали A0. C0.  	: G90 G54 A0. C0. G68.2XxYyZz G53.1 :  При задании команды G68.2 Специальная система координат определяется в позиции системы координат, которая определена на основе системы координат детали.  При задании команды G53.1 Направление оси инструмента совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.	: G90 G54 A0. C0. G68.2XxYyZz G53.1 :  При задании команды G68.2 Специальная система координат определяется в позиции в системе координат детали, вне зависимости от позиции поворотной оси.  При задании команды G53.1 Направление оси инструмента совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.

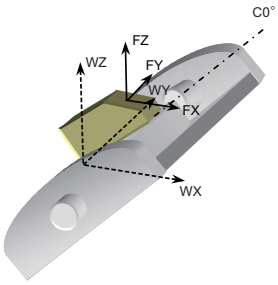
	Базовая позиция поворотной оси при обработке наклонной поверхности Начальная позиция (#7915 =1)	Базовая позиция поворотной оси при обработке наклонной поверхности Позиция "ноль градусов" (#7915 =0)
Если деталь расположена с отклонением от системы координат детали: Смещение координаты детали A0. C30.  	: G90 G54 A0. C30. G68.2XxYyZz G53.1 :  При задании команды G68.2 Специальная система координат определяется в позиции системы координат детали.  При задании команды G53.1 Направление оси инструмента не совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.	: G90 G54 A0. C30. G68.2XxYyZz G53.1 :  При задании команды G68.2 Специальная система координат определяется в позиции в системе координат детали, вне зависимости от позиции поворотной оси.  При задании команды G53.1 Направление оси инструмента совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.
(Пример) Полигональная обработка: Обработка одной и той же формы на каждой из шести поверхностей.  	(Подпрограмма) : G68.2 Xx Yy Zz Ii Jj Kk G53.1 G01 Xx Ff : G69 M99 Создание обрабатываемой формы в подпрограмме с помощью функций обработки наклонной поверхности и управления направлением оси инструмента. Прежде чем вызывать подпрограмму, необходимо проанализировать угол поворотной оси.	(Основная программа) : G68.2 Xx Yy Zz Ii Jj Kk G53.1 M98 Pp G69 : (Подпрограмма) G01 Xx Ff : M99 Выполнение обработки наклонной поверхности и управление направлением оси инструмента в основной программе. Создание обрабатываемой формы в подпрограмме. Перед вызовом подпрограммы не требуется анализировать угол поворотной оси.

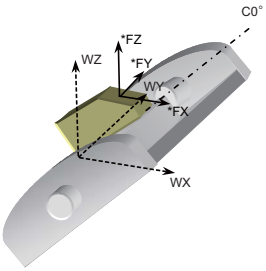
Сочетание с управлением центром инструмента (TCP)

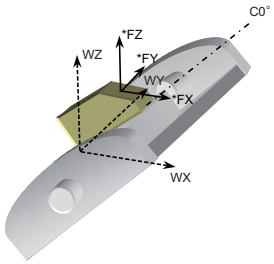
Если команда обработки наклонной поверхности задается вместе с управлением TCP, блокированная относительно стола специальная система координат создается путем настройки параметра (#7911 Выбор базовой позиции поворотной оси) для управления TCP. Если выбрана база "ноль градусов" (#7911 =0), то блокированную относительно стола специальную систему координат можно определить с произвольным углом поворотной оси. Если выбрана база "начальная позиция" (#7911 =1), то блокированную относительно стола специальную систему координат на наклонной поверхности можно определить только в случае, если управление TCP задается с таким же углом поворотной оси, как для команды обработки наклонной поверхности (G68.2) или команды управления направлением оси инструмента (G53.1).

Если деталь расположена в направлении системы координат детали:

<table>
<tr><td></td><td>Выбор базовой позиции поворотной оси
В качестве базовой точки используется нулевая точка координат детали
(#7911 = 0)</td><td>Выбор базовой позиции поворотной оси В качестве базовой точки используется позиция центра инструмента при задании команды
(#7911 = 1)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Обработка наклонной поверхности на основе позиции "ноль градусов" (#7915 =0) Смещение координаты детали A 0. C0.
 
</td><td colspan="2">:
G90 G54 A0. C0.
G68.2XxYyZz
G53.1
G43.4
:
 

При задании команды G68.2
Специальная система координат определяется в позиции в системе координат детали, вне зависимости от позиции поворотной
оси.
 

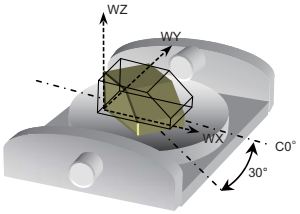
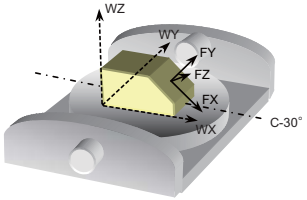
При задании команды G53.1
Направление оси инструмента совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.</td></tr>
<tr><td> 

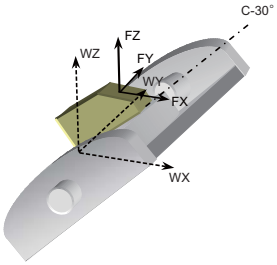
При задании команды G43.4
Специальная система координат фиксируется на столе в позиции "0 градусов" системы координат.</td><td> 

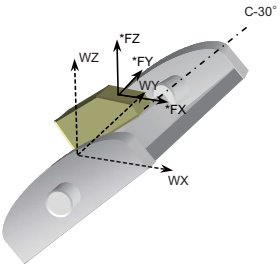
При задании команды G43.4
Специальная система координат фиксируется на столе в позиции системы координат детали вне зависимости от позиции поворотной оси.</td></tr>
</table>

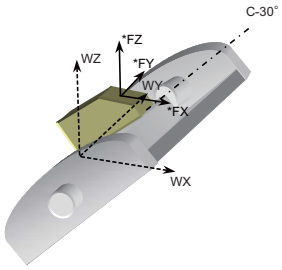
Если деталь расположена с отклонением от системы координат детали

(1) Если функция TCP (G43.4) задается с тем же углом, что и управление направлением оси инструмента (G53.1)

<table>
<tr><td></td><td>Выбор базовой позиции поворотной оси
В качестве базовой точки используется нулевая точка координат детали
(#7911 = 0)</td><td>Выбор базовой позиции поворотной оси В качестве базовой точки используется позиция центра инструмента при задании команды
(#7911 = 1)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Обработка наклонной поверхности на основе позиции "ноль градусов" (#7915 =0) Смещение координаты детали A 0. C30.
 
</td><td colspan="2">:
G90 G54 A0. C0.
G68.2XxYyZz
G53.1
G43.4
:
 

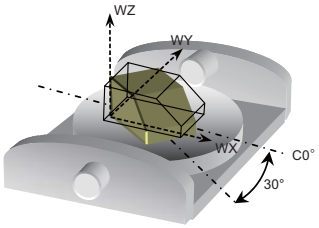
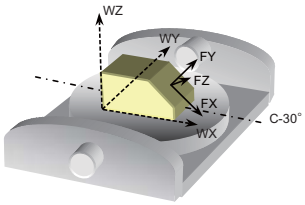
При задании команды G68.2
Специальная система координат определяется в позиции в системе координат детали, вне зависимости от позиции поворотной оси.
 

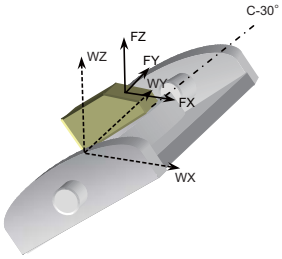
При задании команды G53.1
Направление оси инструмента совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.</td></tr>
<tr><td> 

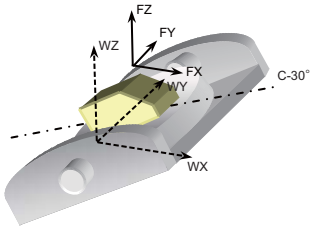
При задании команды G43.4
Специальная система координат фиксируется на столе в позиции системы координат детали вне зависимости от угла поворотной оси.</td><td> 

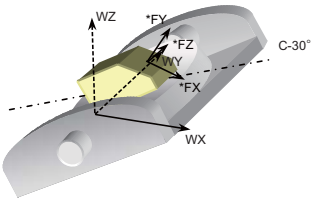
При задании команды G43.4
Специальная система координат фиксируется на столе в позиции текущей специальной системы координат.</td></tr>
</table>

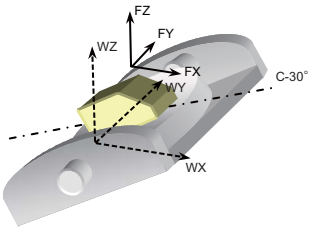
Если функция TCP (G43.4) задается с углом, отличающимся от управления направлением оси инструмента (G53.1).

<table>
<tr><td></td><td>Выбор базовой позиции поворотной оси
В качестве базовой точки используется нулевая точка координат детали
(#7911 = 0)</td><td>Выбор базовой позиции поворотной оси В качестве базовой точки используется позиция центра инструмента при задании команды
(#7911 = 1)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Обработка наклонной поверхности на основе позиции "ноль градусов" (#7915 =0) Смещение координаты детали A 0. C30. Поворотная ось поворачивается перед командой управления центром инструмента
 
</td><td colspan="2">:
G90 G54 A0. C0.
G68.2XxYyZz
G53.1
G0 A30.
G43.4
:
 

При задании команды G68.2
Специальная система координат определяется в позиции в системе координат детали, вне зависимости от позиции поворотной оси.
 

При задании команды G53.1
Направление оси инструмента совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.
 

При задании команды G53.1
Направление оси инструмента не совпадает с направлением оси Z специальной системы координат, которая была определена с помощью команды G68.2.</td></tr>
<tr><td> 

При задании команды G43.4
Специальная система координат фиксируется на столе в позиции "0 градусов" системы координат, определенной на основе позиции поворотной оси.</td><td> 

При задании команды G43.4
Специальная система координат фиксируется на столе в позиции текущей специальной системы координат.</td></tr>
</table>

Команда обработки наклонной поверхности на основе начальной позиции (#7915 =1)

Если ось Z специальной системы координат, определенной на наклонной поверхности, совпадает с направлением оси инструмента, то блокированную относительно стола специальную систему координат можно определить, подав команду управления центром инструмента (TCP).
Однако если выбрано управление TCP на основе начальной позиции (#7911 =1), блокированную относительно стола специальную систему координат можно определить на наклонной поверхности только если функция TCP задается с тем же углом, что и команда обработки наклонной поверхности (G68.2) или команда управления направлением оси инструмента (G53.1).

13.26.10 Связь с другими функциями

Связь с другими функциями

Команды, которые можно использовать в режиме обработки наклонной поверхности

Если эти команды заданы в любом ином режиме, возникает ошибка программы (P951).

Команда	Функция
G00, G01 G02, G03 G02.1, G03.1	Позиционирование, линейная интерполяция, круговая интерполяция, винтовая интерполяция, спиральная интерполяция
G04	Выдержка времени
G05 P0, P1, P2, P10000	Режим высокоскоростной обработки, высокоскоростное высокоточное управление II
G05.1 Q0, Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I
G08 P1	Высокоточное управление
G09	Контроль точного останова
G10, G11	Программный ввод данных / отмена, ввод данных компенсации
G12, G13	Резание по окружности
G17, G18, G19	Выбор плоскости
G22/G23	Включение/отмена проверки хода перед перемещением
G28	Автоматический возврат в 1-ю референтную позицию
G29	Возврат в начальную позицию
G30	Возврат в референтную позицию 2...4
G30.1...G30.6	Возврат в позицию смены инструмента
G34, G35, G36, G37.1	Специальный стандартный цикл
G40, G41, G42	Компенсация радиуса инструмента слева/справа/отмена
G43, G44, G49 G43.1 G43.4, G43.5	Компенсация длины инструмента плюс/минус/отмена Компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента Управление центром инструмента I/II
G45,G46,G47,G48	Смещение позиции инструмента
G50,G51	Отмена/включение масштабирования
G50.1, G51.1	Отмена/включение зеркального отображения на основе G-команды
G53	Выбор системы координат станка
G53,1	Управление направлением оси инструмента
G61 G61.1 G62 G64	Режим контроля точного останова Включение режима высокоточного управления I Автоматическая подмена в углу детали Режим резания
G65	Простой вызов макрокоманды пользователя
G66, G66,1, G67	Модальный вызов пользовательского макроса A/B/отмена
G69	Отмена поворота координат, отмена обработки наклонной поверхности
G70...G76, G80...G89	Стандартный цикл сверления отверстия * Включая синхронное нарезание резьбы метчиками
G90, G91	Абсолютное задание, инкрементное задание
G93 G94 G95	Подача в функции, обратной времени Подача в минуту Подача на оборот
G98, G99	Возврат на исходный уровень стандартного цикла, возврат на уровень точки R
M98, M99	Вызов подпрограммы, возврат в основную программу
F	Команда скорости подачи
M,S,T,B	Команда M, S, T, B
Команда макроса	Локальные переменные, общие переменные, арифметические команды (четыре основных арифметических действия, тригонометрические функции, квадратный корень и т. п.) Управляющие команды (IF-GOTO и WHILE-DO)

Режимы, в которых можно задавать обработку наклонной поверхности (в т. ч. команду ее отмены)

Если команда обработки наклонной поверхности (G68.2 или G68.3) задана в ином режиме кроме нижеперечисленных, возникает ошибка программы (P952).

Режим	Функция
G00, G01	Позиционирование, линейная интерполяция
G05 P0, P1, P2	Режим высокоскоростной обработки
G05.1 Q0, Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I
G08 P1	Высокоточное управление
G13,1	Отмена интерполяции полярных координат
G15	Отмена команды полярных координат
G17, G18, G19	Выбор плоскости
G20, G21	Дюймы, метрические единицы
G22/G23	Включение/отмена проверки хода перед перемещением
G40	Отмена коррекции радиуса резца
G40,1	Отмена управления нормалью
G43, G44 G49	Компенсация длины инструмента Отмена компенсации длины инструмента
G50	Отмена масштабирования
G50,1	Выключение зеркального отображения на основе G-команды
G54...G59, G54.1	Выбор системы координат детали, выбор расширенной системы координат детали
G54.4 Pn	Компенсация ошибки крепления детали
G61 G61.1 G64	Режим контроля точного останова Включение режима высокоточного управления I Режим резания
G67	Выключение модального вызова пользовательского макроса
G69	Отмена поворота координат, отмена трехмерного преобразования координат
G80	Отмена стандартного цикла
G90, G91	Абсолютное задание, инкрементное задание
G93 G94 G95	Подача в функции, обратной времени Подача в минуту Подача на оборот
G97	Асинхронная подача (минутная подача)
G98, G99	Возврат на исходный уровень стандартного цикла, возврат на уровень точки R

Режимы, в которых возможно управление направлением оси инструмента (G53.1)

Если команда управления направлением оси инструмента задана в ином режиме кроме нижеперечисленных, возникает ошибка программы (P953).

Режим	Функция
G00, G01	Позиционирование, линейная интерполяция
G05 P0, P1, P2	Режим высокоскоростной обработки
G05.1 Q0, Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I
G08	Высокоточное управление
G13,1	Отмена интерполяции полярных координат
G15	Отмена команды полярных координат
G17, G18, G19	Выбор плоскости
G20, G21	Дюймы, метрические единицы
G23	Включение проверки хода перед перемещением
G40	Отмена коррекции радиуса резца
G40,1	Отмена управления нормалью
G43, G44 G49	Компенсация длины инструмента Отмена компенсации длины инструмента
G50	Отмена масштабирования
G50,1	Выключение зеркального отображения на основе G-команды
G50,2	Отмена режима полигонной обработки
G54...G59, G54.1	Выбор системы координат детали, выбор расширенной системы координат детали
G54.4 Pp	Компенсация ошибки крепления детали
G61 G61.1/G08P1 G64	Режим контроля точного останова Включение режима высокоточного управления I Режим резания
G67	Выключение модального вызова пользовательского макроса
G68.2...G68.3	Обработка наклонной поверхности
G80	Отмена стандартного цикла
G90, G91	Абсолютное задание, инкрементное задание
G93 G94 G95	Подача в функции, обратной времени Подача в минуту Подача на оборот
G97	Асинхронная подача (минутная подача)
G98, G99	Возврат на исходный уровень стандартного цикла, возврат на уровень точки R

13.26.11 Указания

Указания

(1) При задании команды G53.1 поворотная ось совершает движение. Поэтому прежде чем подавать команду G53.1, отведите инструмент достаточно далеко от стола.

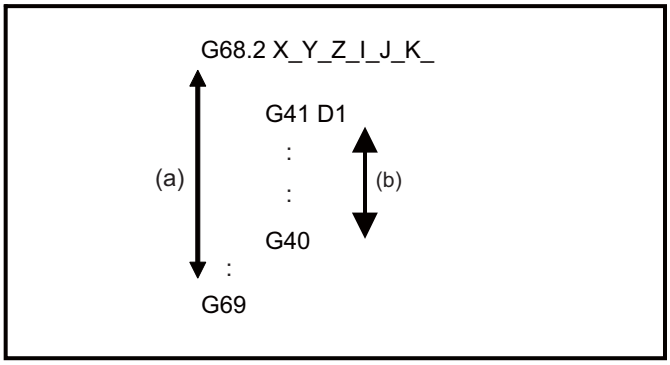
(2) Если задается обработка наклонной поверхности, координаты специальной системы координат записываются в системные переменные #5001...#5100+n (кроме #5021... #5021+n), которые используются для считывания информации о позиции. Однако даже если задана обработка наклонной поверхности, координаты в системе координат станка хранятся в переменных #5021... #5021+n (значения координат станка).
n: Это число может быть различным в зависимости от количества управляемых осей.

(3) Если во время обработки наклонной поверхности поступил сигнал сброса, режим обработки наклонной поверхности отменяется и модальным состоянием становится G-код G69 (или G69.5 для токарного станка). (Однако если параметр "#1151 rsint" установлен на "0", режим обработки наклонной поверхности сохраняется даже при подаче сигнала "Сброс 1".)

(4) Если поступил внешний сигнал замедления, то он применяется не к осям специальной системы координат, а к осям текущей рабочей системы координат станка.

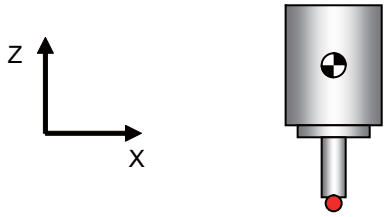
(5) Если команда G28 или G30 задана во время обработки наклонной поверхности, то эта функция применяется к системе координат наклонной поверхности до промежуточной точки.

(6) Команды компенсации радиуса инструмента, зеркального отображения на основе G-команды, фиксированного цикла, управления центром инструмента, масштабирования и компенсации длины инструмента вдоль оси инструмента должны быть вложены в команды обработки наклонной поверхности. Таким образом, эти команды необходимо задавать между командами обработки наклонной поверхности (G68.2 и т. п.) и G69.

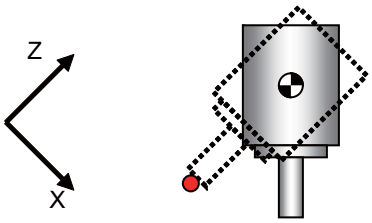


(a) Во время обработки наклонной поверхности
(b) Во время компенсации радиуса инструмента

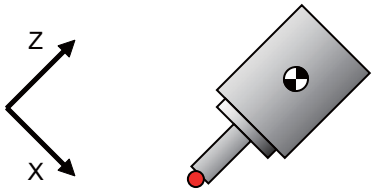
(7) Если команда обработки наклонной поверхности (G68.2) задана во время компенсации длины инструмента, то фактическая позиция вершины инструмента не совпадает с текущей позицией. В таком случае задайте команду G53.1, чтобы выровнять направление оси инструмента с осью Z специальной системы координат, в результате чего фактическая позиция вершины инструмента уравняется с текущей позицией.



Перед подачей команды G68.2 текущая позиция и фактическая позиция вершины инструмента совпадают.



Если в режиме G68.2 определяется специальная система координат, то в качестве текущей позиции принимается точка, полученная путем компенсации направления длины инструмента с целью его совмещения с направлением координатной оси Z. Таким образом, текущая позиция не совпадает с фактической позицией вершины инструмента.



Фактическая точка вершины инструмента совмещается с текущей позицией путем задания команды G53.1, выравнивающей направление оси инструмента с направлением Z специальной системы координат.

(8) При ручном прерывании преобразование координат не выполняется. Перемещение на величину ручного прерывания происходит в системе координат станка. Если во время обработки наклонной поверхности выполнено ручное прерывание с включенным абсолютным заданием, или выполнено управление центром инструмента, то прежде чем перезапускать автоматическую работу, выполните возврат в позицию до прерывания. Если автоматическая работа возобновляется в позиции, отличающейся от позиции перед прерыванием, возникает ошибка " M01 Illegal OP in tilted face cut 0185". Прерывание в отношении поворотной оси во время обработки наклонной поверхности также приводит к ошибке "M01 Illegal OP in tilted face cut 0185". Если во время обработки наклонной поверхности сделана попытка прерывания автоматики с помощью рукоятки, возникает ошибка "M01 Illegal OP in tilted face cut 0185".

(9) Во время обработки наклонной поверхности прерывание MDI, прерывание контроллера и макропрерывание дезактивированы. Если во время обработки наклонной поверхности сделана попытка прерывания MDI или прерывания контроллера, возникает ошибка "M01 Illegal OP in tilted face cut 0185". Если во время обработки наклонной поверхности активировано макропрерывание, возникает ошибка программы (P951). Если обработка наклонной поверхности задана во время действия макропрерывания, также возникает ошибка программы (P952).

(10) Если обработка наклонной поверхности задается во время прерывания MDI, прерывания контроллера или макропрерывания, возникает ошибка программы (P952).

(11) Если в режиме обработки наклонной поверхности выполняется графическая трассировка круговой команды, то трассировка круговой команды выполняется только в случае совпадения специальной системы координат с системой координат станка. Если системы не совпадают, вместо этого выполняется линейная трассировка.

(12) Трассировка выполняется на основе значений координат станка.

(13) Если эта функция используется совместно с управлением центром инструмента или функцией компенсации ошибки крепления детали, то в отношении обработки наклонной поверхности действуют ограничения каждой из этих функций. См. соответствующие разделы.

(14) Перезапуск программы из кадра после команды обработки наклонной поверхности не возможен. При подаче такой команды возникает ошибка программы (P49).

	Пример программы
Перезапуск из кадра N10 или N11 возможен.	N10 G00 X_Y_Z_;
	N11 G00 X_Y_Z_B_C;
	:
Перезапуск из кадра N20 или позднее не возможен.	N20 G68.2 X_Y_Z_I_J_K;
Соответствующая попытка вызывает сигнализацию.	N21 G01 X_Y_Z_F_;
	N22 G01 X_Y_Z_F_;
	N23 G69
	N30 G90 G00 X_Y_;
	N31 G90 G00 Z_;

(15) Если во время обработки наклонной поверхности требуется отображать координаты в экранной странице позиции, введите "23" в параметрах #8901...#8906. После этого соответствующий счетчик будет отображать координаты в системе координат наклонной поверхности. Если активировано отображение координаты вершины инструмента, то счетчик координат наклонной поверхности можно отображать в окне экрана, выбрав наклонную поверхность для выбора счетчиков 1, 2 и 3.

(16) Движение в ответ на команду G0 всегда является движением интерполяционного типа. (Неинтерполяционный тип не возможен.)

(17) На станках с поворотным столом направление оси инструмента в режиме G68.3 не изменяется. Таким образом, специальная система координат определяется в отношении оси Z системы координат, действовавшей перед командой обработки наклонной поверхности. Однако указание начала специальной системы координат и поворот R вокруг оси Z действуют.

(18) Если во время обработки наклонной поверхности задана еще одна команда обработки наклонной поверхности, возникает ошибка программы (P951).

(19) В параметрах #7900...#7902, #7922, #7932, #7942 и #7952 указаны оси первой частичной системы. Если команда обработки наклонной поверхности задана в частичной системе, в которой какая-либо из указанных осей не готова, возникает ошибка программы (P932).

(20) Специальная система координат определяется в отношении системы координат (системы координат детали), не зависящей от угла поворота поворотной оси стола. Она зависит от угла поворотной оси стола перед командой обработки наклонной поверхности.

(21) Линейная команда для оси во время обработки наклонной поверхности выполняется на основе специальной системы координат. Команда поворотной оси выполняется на основе координат (значений станка) системы координат детали.

(22) Если адрес R, I, J или K превышает диапазон настройки, возникает ошибка программы (P35).

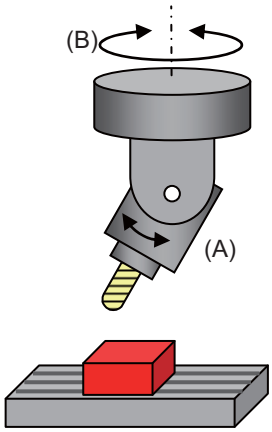
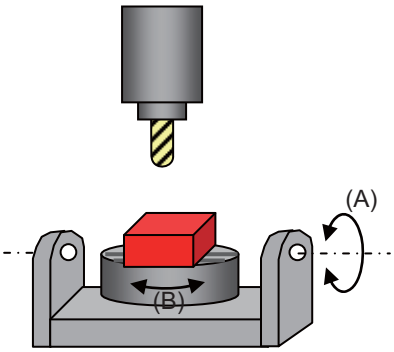
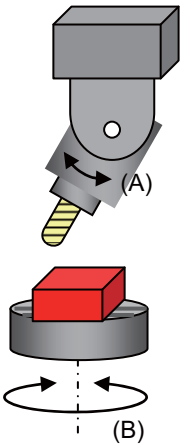
(23) Коррекция буфера во время обработки наклонной поверхности не возможна. При попытке коррекции буфера появляется сообщение о том, что коррекция буфера дезактивирована.

(24) Если во время команды обработки наклонной поверхности происходит переключение режима на "возврат в референтную позицию", возникает ошибка "M01 Illegal OP in tilted face cut 0185".

(25) Если во время команды обработки наклонной поверхности задана линейная угловая команда, геометрическая команда или команда поворота фигуры, возникает ошибка программы (P951).

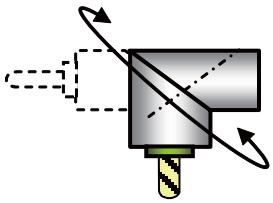
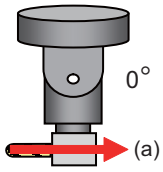
(26) Применимы следующие конфигурации осей станков.

(a) Эта функция применима к трем нижеперечисленным типам конфигурации станка.

Тип	С наклоняемым инструментом	С наклоняемым столом	Комбинированный
Описание	Две поворотных оси на стороне головки инструмента	Две поворотных оси на стороне стола	По одной поворотной оси на стороне головки инструмента и стороне стола
Пример станка			
Первичная поворотная ось (A)	2-я поворотная ось на стороне инструмента	1-я поворотная ось на стороне стола	Поворотная ось на стороне инструмента
(B)	1-я поворотная ось на стороне инструмента	2-я поворотная ось на стороне стола	2-я поворотная ось на стороне стола

В этом руководстве следующие оси обозначаются как "первичная поворотная ось": 2-я поворотная ось на стороне инструмента (станок с наклоняемым инструментом), 1-я поворотная ось на стороне стола (станок с наклоняемым столом) и поворотная ось на стороне инструмента (комбинированный тип).

(b) Эта функция не применима к следующим станкам.

Описание	Пример станка
Станок, в котором ось центра вращения поворотной оси не параллельна ни одной из ортогональных координатных осей.	
Станок, в котором направление от режущей кромки инструмента к основанию инструмента не параллельно оси Z (положительному направлению оси Z), если все позиции станка поворотных осей равны 0°.	 (a) Направление оси инструмента
Станок, в котором три линейные оси не образуют ортогональную систему координат с ориентацией осей по принципу правой руки.	

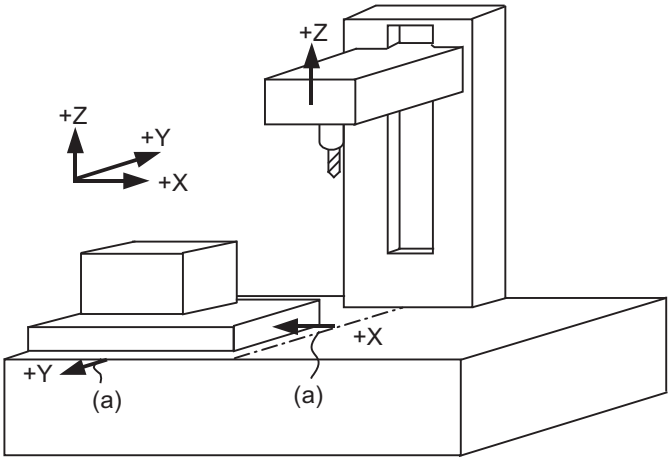
14

Функции задания системы координат

14.1 Слова координат и управляемые оси

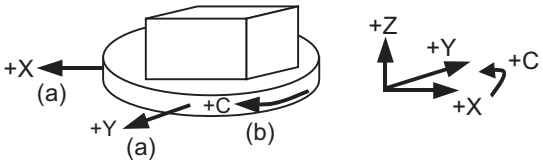
Принцип действия и назначение

Стол X-Y



(a) направление движения стола

Координатно-поворотный стол X-Y

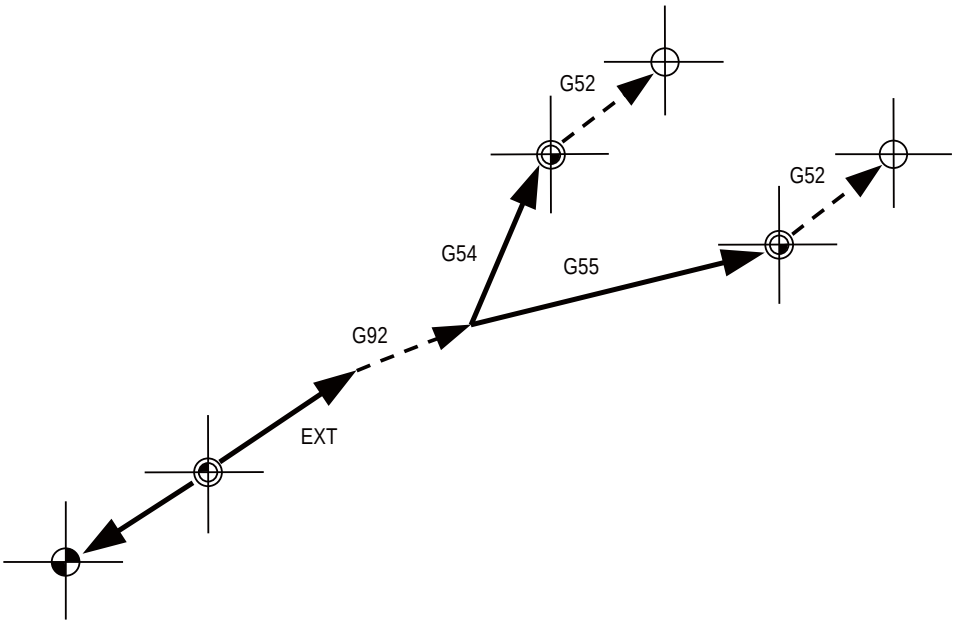


(a) направление движения стола (b) направление поворота стола

14.2 Базовая система координат станка, система координат детали и локальная система координат

Принцип действия и назначение

Системы координат : базовая станка, детали и локальнаяБазовая 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.



Референтная позиция

Нулевая точка базовой системы координат станка

Нулевая точка системы координат детали

Нулевая точка локальной системы координат

Смещение, устанавливаемое параметрами

Смещение, устанавливаемое программой (при включении питания = 0)

G52	Смещение локальной системы координат (*1)
G54	Смещение системы координат детали (G54) (*1)
G55	Смещение системы координат детали (G55)
G92	Смещение системы координат G92
EXT	Внешнее смещение координаты детали

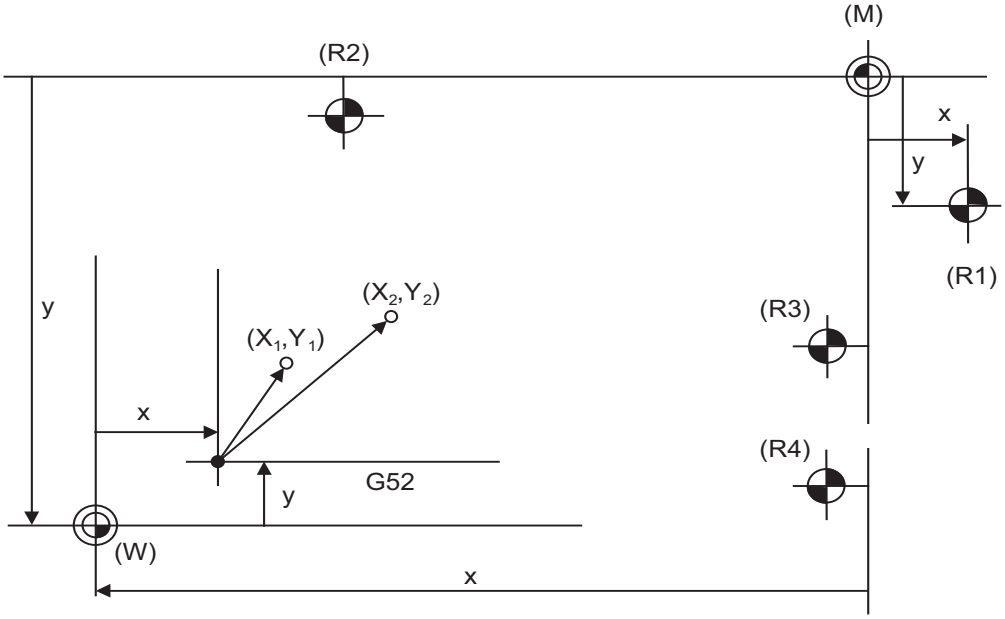
(*1) Смещение G52 действует независимо для команд G54...G59.

Локальные системы координат (G52) действительны в системах координат, указанных в качестве систем координат детали 1...6.
С помощью команды G92 к базовой системе координат станка можно привязать гипотетическую систему координат станка. Одновременно происходит смещение систем координат детали 1 - 6.

14.3 Нулевая точка станка и 2-я, 3-я, 4-я референтная позиция (нулевая точка)

Принцип действия и назначение

Нулевая точка станка служит определяющей для построения базовой системы координат станка. Эта точка является неотъемлемым свойством станка и определяется путем возврата в референтную (нулевую) точку.
2-я, 3-я и 4-я референтная позиция − это позиции, заранее настроенные с помощью параметров по отношению к нулевой точке базовой системы координат станка.

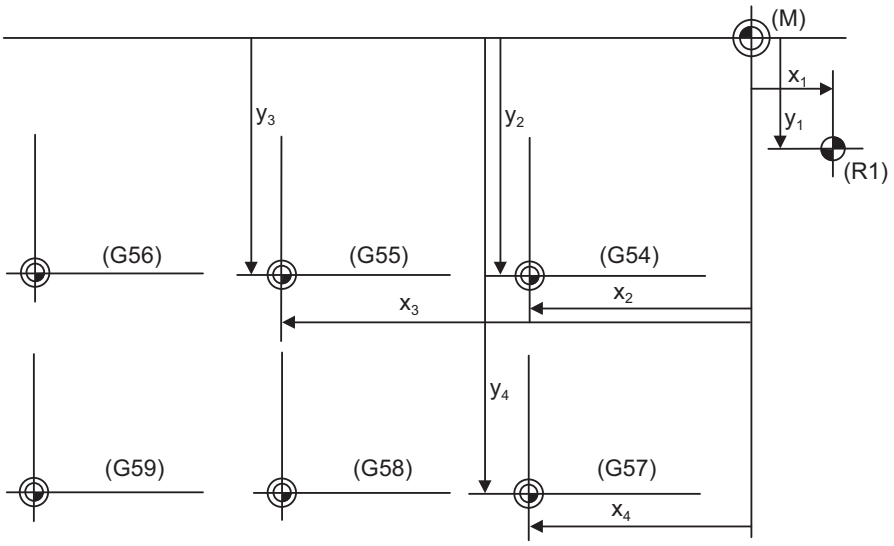


(M) базовая система координат станка	(G52) локальная система координат	
(R1) 1-я референтная позиция	(R2) 2-я референтная позиция	(W) системы координат детали (G54...G59)
(R3) 3-я референтная позиция	(R4) 4-й референтная позиция	

14.4 Автоматическая настройка система координат

Принцип действия и назначение

Эта функция создает каждую систему координат в соответствии со значениями параметров, введенных ранее на блоке настройки и индикации, при достижении референтной позиции путем ручного возврата в первую референтную позицию или возврата в референтную позицию на основе сигнала DOG при включении питания ЧПУ.
Реальная программа обработки создается в этих системах координат.



(M) базовая система координат станка	(R1) 1-я референтная позиция	(R2) 2-я референтная позиция
(G54) система координат детали 1	(G55) система координат детали 2	(G56) система координат детали 3
(G57) система координат детали 4	(G58) система координат детали 5	(G59) система координат детали 6

Подробное описание

(1) Эта функцией создает следующие системы координат:
(a) базовая система координат станка
(b) системы координат детали (G54...G59)

(2) Во всех параметрах, относящихся к системе координат, указывается расстояние от нулевой точки базовой системы координат станка. Поэтому после принятия решения, в какой позиции должна находиться первая референтная позиция в базовой системе координат станка, установите позиции нулевых точек для систем координат детали.

(3) Если выполняется функция автоматической настройки системы координат, то смещение системы координат детали с помощью команды G92, настройка локальной системы координат с помощью команды G52, смещение системы координат детали с установкой начала координат и смещение системы координат детали в результате ручного прерывания отменяются.

(4) Возврат в референтную позицию на основе сигнала DOG выполняется при первом ручном возврате в референтную позицию или первом автоматическом возврате в референтную позицию после включения питания. Этот возврат выполняется также в случае, если в параметре ручного или автоматического возврата в референтную позицию выбран возврат по сигналу DOG для второго раза.

⚠ ВНИМАНИЕ

1. Если во время автоматического режима (в том числе покадрового) изменена величина смещения координаты детали, то это изменение начинает действовать со следующего кадра или после нескольких кадров команды.

14.5 Выбор базовой системы координат станка ; G53

Принцип действия и назначение

Базовая система координат станка − это система координат, отражающая положение по отношению к станку (позиция смены инструмента, конечное положение хода и т. п.).
В позицию в базовой системе координат станка инструмент перемещается по команде G53 со следующими за ней координатами.

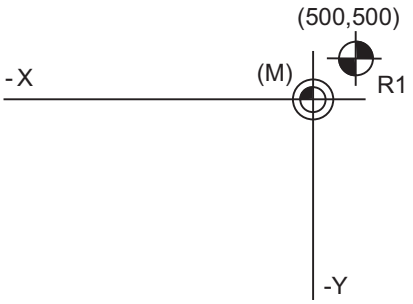
Формат команды

(G90)G53 X__ Y__ Z__ α__ ;

α	Дополнительная ось

Подробное описание

(1) При включении питания базовая система координат станка автоматически устанавливается как референцированная по отношению к референтной (нулевой) позиции возврата, которая определяется по позиции автоматического или ручного возврата в референтную (нулевую) позицию.
(2) Базовая система координат станка не изменяется по G92.
(3) Команда G53 действительна только для кадра, в котором она задана.
(4) В инкрементном режиме (G91) команда G53 соответствует движению на величину приращения в выбираемой системе координат.
(5) Даже если задается команда G53, величина компенсации радиуса инструмента для заданной в команде оси не отменяется.
(6) Значение координаты 1-й референтной позиции обозначает расстояние от нулевой точки базовой системы координат станка до позиции возврата в референтную позицию (нулевую точку).
(7) Перемещения в команде G53 отрабатываются на рабочей подаче или на скорости подачи быстрого хода, в зависимости от модального режима.
(8) Если в одном и том же кадре заданы команды G53 и G28 (возврат в референтную позицию), то действует команда, заданная последней.



(M) базовая система координат станка
(R1) 1-я референтная позиция

Значение координаты 1-й референтной позиции: X =+500 и Y =+500

14.6 Настройка системы координат ; G92

Принцип действия и назначение

Подав команду G92, абсолютную систему координат (детали) и отображаемое значение текущей позиции можно предустановить в значении команды, не вызвав движения станка.

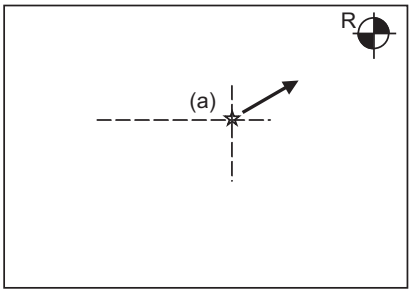
Формат команды

G92 X__ Y__ Z__ α__ ;

α	Дополнительная ось

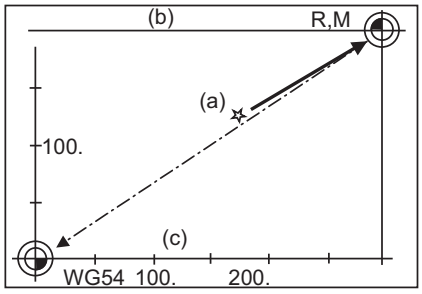
Подробное описание

После включения питания первый возврат в референтную позицию выполняется на основе сигнала DOG выключателя приближения. По окончании возврата система координат устанавливается автоматически. (Автоматическая настройка системы координат)



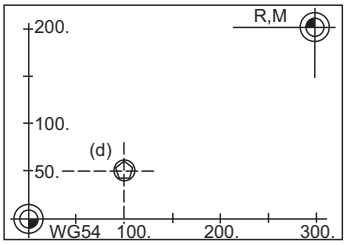
Возврат в референтную позицию завершен

Базовая система координат станка и система координат детали создаются в предустановленной позиции.
(a) позиция включения питания
(b) базовая система координат станка
(c) система координат детали



[Позиция]	[Деталь]
X 0.000	X 300.000
Y 0.000	Y 200.000

(2)Подав команду G92, абсолютную систему координат (детали) и отображаемое значение текущей позиции можно предустановить в значении команды, не вызвав движения станка.

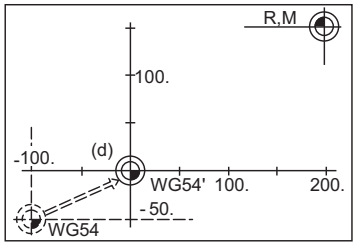


[Позиция]	[Деталь]
X -200.000	X 100.000
Y -150.000	Y 50.000

Задание системы координат

Например, если задается команда G92X 0 Y 0;, система координат детали создается заново.

(d) позиция инструмента



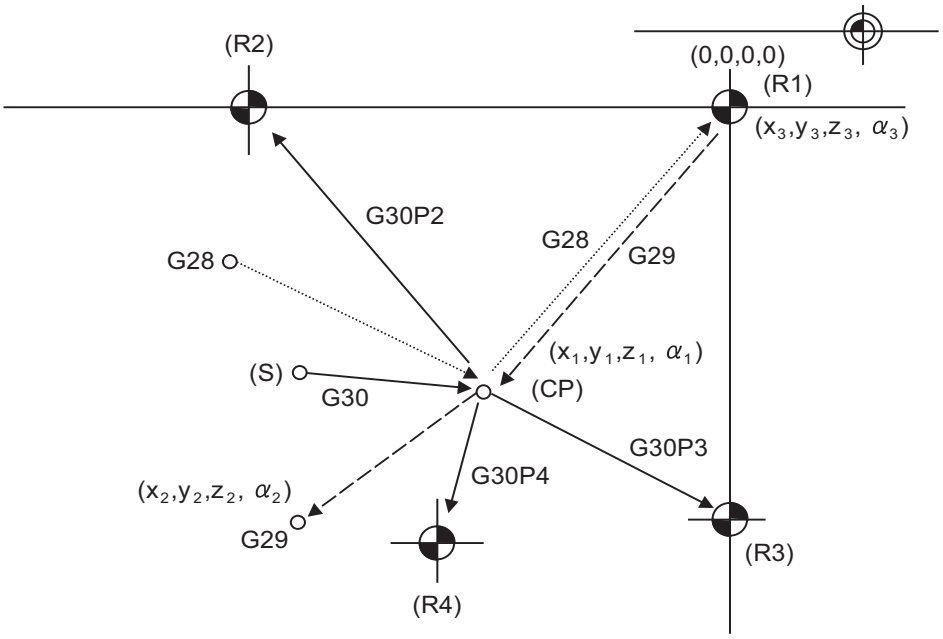
[Позиция]	[Деталь]
X 0.000	X 0.000
Y 0.000	Y 0.000

(Примечание)Если система координат детали отклонилась, так как ось была перемещена вручную при выключенном выключателе ручного задания абсолютной позиции и т. п., систему координат детали можно восстановить, выполнив следующие действия.
(1) Выполнить возврат в референтную позицию при отклонившейся системе координат.
(2) Затем задать команду G92G53X0Y0Z0;. По этой команде на дисплее появляются позиция в координатах детали и текущая позиция, и система координат детали предустанавливается на величину смещения.

14.7 Возврат в референтную позицию (нулевую точку) ; G28,G29

Принцип действия и назначение

После того, как указанные в команде оси были позиционированы с помощью команды G0, при подаче команды G28 они возвращаются на скорости быстрого хода в первую референтную позицию.
После подачи команды G29 оси сначала позиционируются независимо на высокой скорости в промежуточной точке G28 или G30, а затем позиционируются в позиции, заданной командой G0.



(CP) промежуточная точка
(R1) 1-я референтная позиция
(R2) 2-я референтная позиция
(S) начальная точка
(R3) 3-я референтная позиция
(R4) 4-й референтная позиция

Формат команды

G28 Xx1 Yy1 Zz1 αα1; ... Автоматический выход в исходную точку

G29 Xx2 Yy2 Zz2 αα2; ... Возврат в начальную точку

αα1/αα2	Дополнительная ось

Подробное описание

(1) Эквивалентом команды G28 являются следующие команды:
G00 Xx1 Yy1 Zz1 αα1;
G00 Xx3 Yy3 Zz3 αα3;
В этом случае Xx3, Yy3, Zz3 и α3 представляют собой координаты референтной позиции, установленные в параметре "#2037 G53ofs" как расстояние от нулевой точки базовой системы координат станка.

(2) После включения питания оси, которые не были подвергнуты ручному возврату в референтную позицию, возвращаются на основе сигнала DOG аналогично ручному возврату. В этом случае направление возврата определяется арифметическим знаком команды. Если в качестве типа возврата выбран непосредственный возврат, направление возврата не проверяется. При втором и последующих возвратах возврат происходит на высокой скорости в референтную (нулевую) позицию, которая была сохранена в первый раз, и направление не проверяется.

(3) Если возврат в референтную (нулевую) позицию завершен, выводится выходной сигнал прибытия в нулевую точку и в строке названия оси на экране блока настройки и индикации появляется "#1".

(4) Эквивалентом команды G29 являются следующие команды:
G00 Xx1 Yy1 Zz1 αα1;
G00 Xx2 Yy2 Zz2 αα2
Для позиционирования из референтной позиции в промежуточную точку применяется быстрый ход (безинтерполяционного типа) независимо для каждой оси. В этом случае x1 y1 z1 и α1 являются координатами промежуточной точки G28 или G30.

(5) Если команда G29 выполняется без выполнения автоматического возврата в референтную позицию (нулевую точку) (G28) после включения питания, возникает ошибка программы (P430).

(6) Если ось Z отменена, движение оси Z в промежуточную точку игнорируется. Позиция отображается только для следующего позиционирования. (Сам станок не перемещается.)

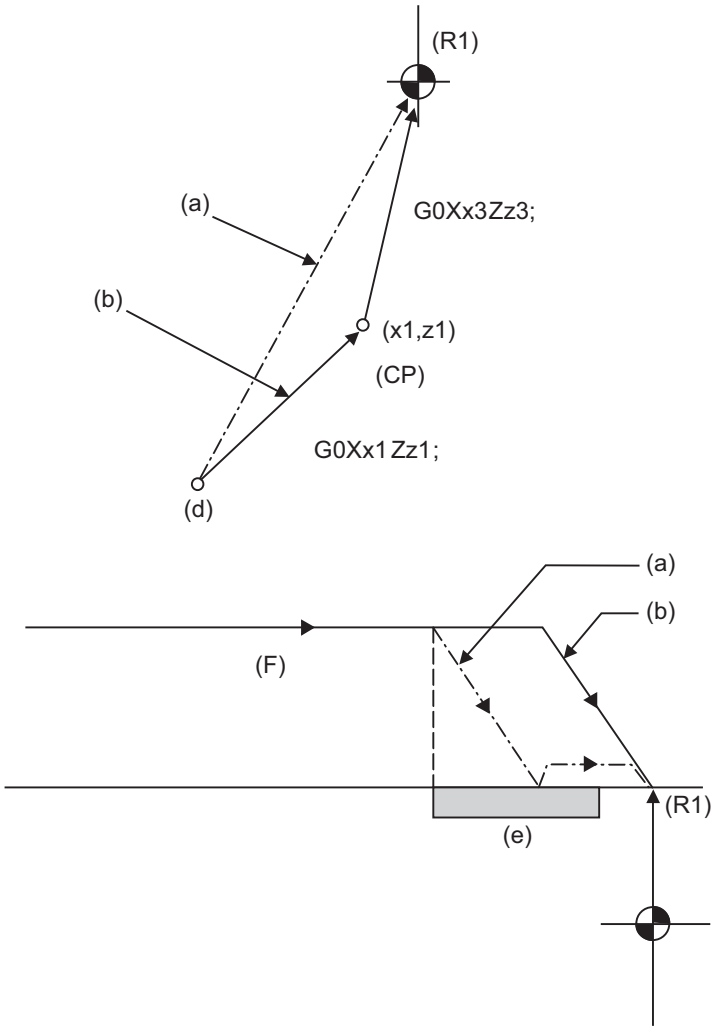
(7) Координаты промежуточной точки (x1, y1, z1, α1) для точки позиционирования присваиваются модальной командой позиционирования. (G90, G91).

(8) G29 возможно либо для G28, либо для G30. Но позиционирование заданных осей будет выполняться через промежуточную точку, которая была последней.

(9) Во время возврата в референтную позицию компенсация инструмента отменяется (если она не была отменена ранее) и величина компенсации стирается.

Пример программы

(Пример 1) G28 Xx1 Zz1 ;



(a) 1-я операция после включения питания

(b) 2-я и последующие операции

(d) позиция начала возврата

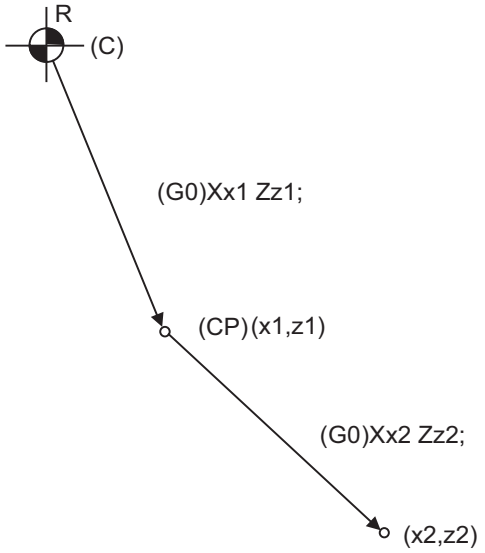
(e) выключатель приближения

(F) скорость быстрого хода

(CP) промежуточная точка

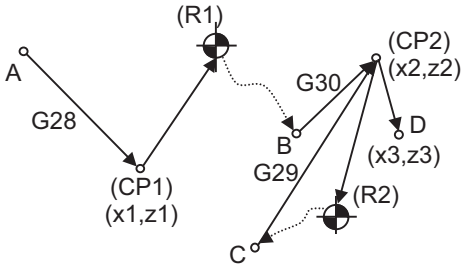
(R1) референтная позиция (#1)

(Пример 2) G29 Xx2, Zz2 ;



(C) текущая позиция (CP) промежуточная точка G28, G30

(Пример 3) G28 Xx1 Zz1 ;
: (из точки A в 1-ю референтную позицию)
:
G30 Xx2 Zz2 ;
: (из точки B во 2-ю референтную позицию)
:
G29 Xx3 Zz3 ;
(из точки C в точку D)

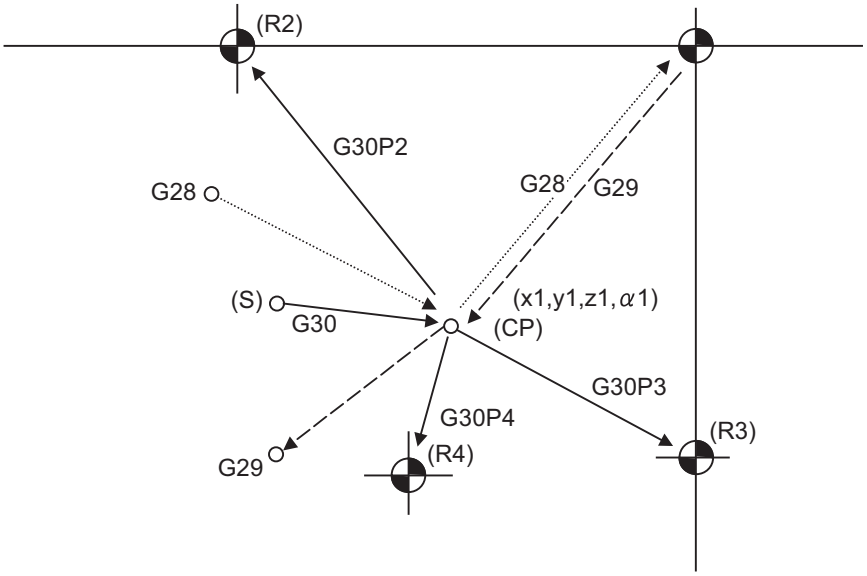


(CP1) прежняя промежуточная точка (CP2) новая промежуточная точка
(R1) референтная позиция (#1) (R2) 2-я референтная позиция (#2)

14.8 Возврат во 2-ю, 3-ю и 4-ю референтную позицию (нулевую точку) ; G30

Принцип действия и назначение

Инструмент можно вернуть во вторую, третью или четвертую референтную позицию с помощью команды G30 P2, (P3 или P4).



(S) начальная точка (CP) промежуточная точка
(R2) 2-я референтная позиция (R3) 3-я референтная позиция (R4) 4-й референтная позиция

Формат команды

G30 P2(P3,P4)Xx1 Yy1 Zz1 αα1;

αα1	Дополнительная ось

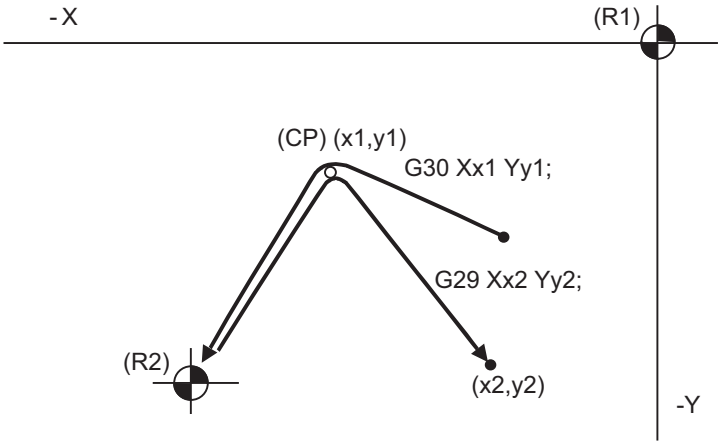
Подробное описание

(1) Возврат во 2-ю, 3-ю или 4-ю референтную позицию указывается с помощью P2, P3, или P4. Команда без P или с иным способом указания возвращает инструмент во 2-ю референтную позицию.

(2) В режиме возврата во 2-ю, 3-ю или 4-ю референтную позицию, как и в режиме возврата в 1-ю референтную позицию, инструмент возвращается во 2-ю, 3-ю или 4-ю референтную позицию через промежуточную точку, указанную командой G30.

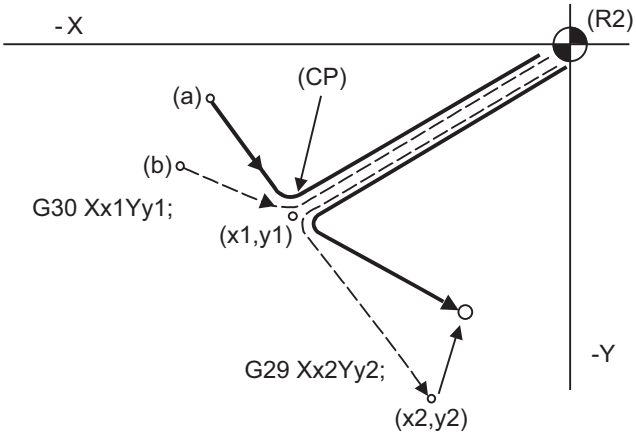
(3) Координаты 2-й, 3-й и 4-й референтной позиции являются специфическими координатами станка. Их можно проверить на блоке настройки и индикации.

(4) Если после завершения возврата во 2-ю, 3-ю и 4-ю референтную позицию задана команда G29, то промежуточная позиция, использовавшаяся последней, используется в качестве промежуточной позиции для возврата по команде G29.



(CP) промежуточная точка (R1) 1-я референтная позиция (R2) 2-я референтная позиция

(5) При возврате в референтную позицию в плоскости во время компенсации инструмент движется без компенсации радиуса инструмента (с нулевой компенсацией) из промежуточной точки в референтную позицию. При последующей команде G29 инструмент перемещается без компенсации радиуса инструмента из референтной позиции в промежуточную точку. Из промежуточной точки он движется с компенсацией на расстояние команды G29.



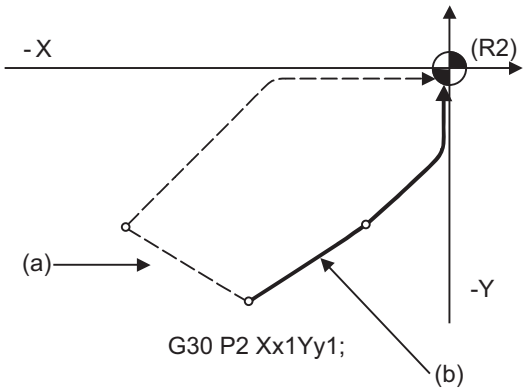
(a) траектория центра вершины инструмента (b) запрограммированная траектория

(CP) промежуточная точка (R1) 1-я референтная позиция (R2) 2-я референтная позиция

(6) Величина компенсации длины инструмента для вовлеченной оси отменяется после 2-го, 3-го и 4-го возврата в референтную позицию.

(7) При втором, третьем и четвертом возврате в референтную (нулевую) точку в состоянии блокировки станка управление от промежуточной точки до референтной (нулевой) точки игнорируется. Следующий кадр будет выполняется, если заданная ось перешла промежуточную точку.

(8) При втором, третьем и четвертом возврате в референтную позицию в режиме зеркального отображения зеркальное отображение действует от начальной до промежуточной точки и инструмент движется в направлении, противоположном направлению команды. Однако зеркальное отображение игнорируется от промежуточной точки до референтной позиции и инструмент движется в референтную позицию.



(a) зеркальное отображение оси X (b) без зеркального отображения (R2) 2-я референтная позиция

14.9 Проверка референтной позиции ; G27

Принцип действия 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

X__ Y__ Z__ P__ ; ... Команда проверки

X Y Z	Контролируемая ось
P	№ проверки P1: проверка 1-й референтной позиции P2: проверка 2-й референтной позиции P3: проверка 3-й референтной позиции P4: проверка 4-й референтной позиции

Подробное описание

(1) Если P-команда пропущена, проверяется 1-я референтная позиция.

(2) Количество осей, референтные позиции которых можно контролировать одновременно, зависит от количества одновременно управляемых осей. Учитывайте, что дисплей за один раз показывает одну ось, начиная с последней оси.

(3) Выдается аварийный сигнал, если исходная точка не достигнута после выполнения команды.

14.10 Настройка и смещение системы координат детали ; G54...G59 (G54.1)

Принцип действия и назначение

(1) Системы координат детали позволяют программировать на детали, при этом в качестве нулевой точки служит референтная позиция детали.
(2) Данные команды обеспечивают выход инструмента на позицию в системе координат детали. Имеются 48 или 96 наборов дополнительных систем координат детали, а также 6 систем координат детали, которые использует программист для программирования (G54...G59). (48 наборов и 96 наборов являются опциями.)
(3) Среди систем координат детали, выбранных на данный момент этими командами, любая система координат детали с координатами, заданными в команде на основе текущей позиции инструмента, сбрасывается. ("Текущая позиция инструмента" включает в себя величины компенсации радиуса инструмента, длины инструмента и позиции инструмента.)
(4) Этой командой устанавливается гипотетическая система координат станка с координатами, заданными в команде на основе текущей позиции инструмента. ("Текущая позиция инструмента" включает в себя величины компенсации радиуса инструмента, длины инструмента и позиции инструмента.) (G54,G92)

Формат команды

(G90) G54...G59 ... Выбор системы координат детали

(G54...G59) G92 X__ Y__ Z__ α__ ; ... Настройка системы координат детали

α	Дополнительная ось

G54.1 Pn ; ... Выбор системы координат детали (P1...P48, P1...P96)

G54.1 Pn ;
G92 X__ Y__ Z__ ; ... Настройка системы координат детали (P1...P48, P1...P96)

G10 L20 Pn X__ Y__ Z__ ; ... Настройка величины смещения системы координат детали (P1...P48, P1...P96)

Если указанная величина смещения расширенной системы координат детали перезаписывается

G10 G54.1 Pn X__ Y__ Z__ ; ... Настройка величины смещения системы координат детали (P1...P48, P1...P96)

Если выбрана расширенная система координат детали, и величина смещения переписывается.

Подробное описание

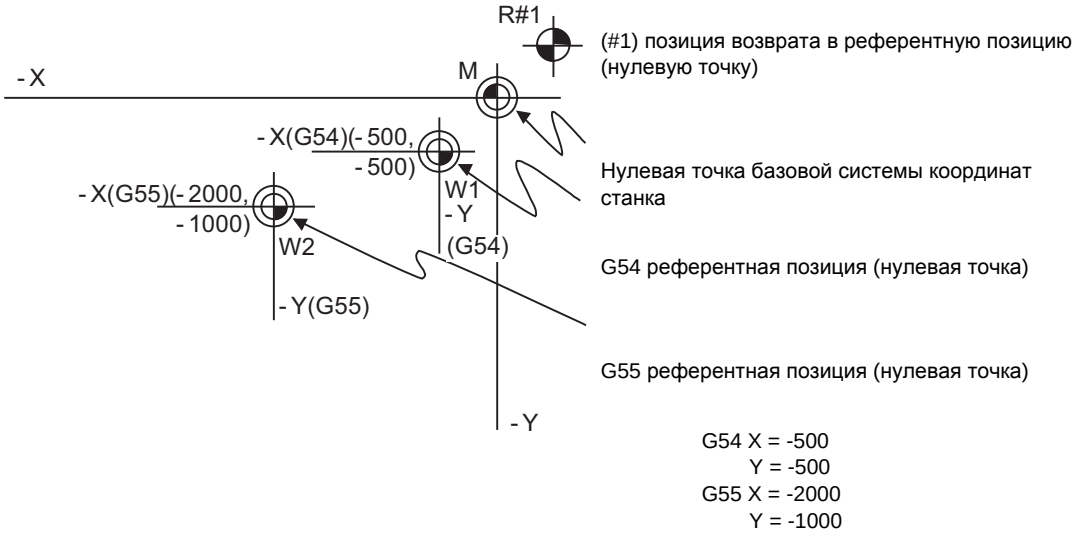
(1) С помощью какой-либо из команд G54...G59 или G54.1P1...G54.1P96 можно установить, чтобы величины компенсации радиуса инструмента для управляемых командами осей не отменялись даже при выборе системы координат детали.

(2) Система координат детали G54 выбирается по включению питания системы.

(3) Команды G54...G59 и G54.1P1...G54.1P96 являются модальными командами (группа 12).

(4) Система координат будет перемещаться в системе координат детали при задании G92.

(5) Настройка смещения в системе координат детали означает расстояние от нулевой точки базовой системы координат станка.



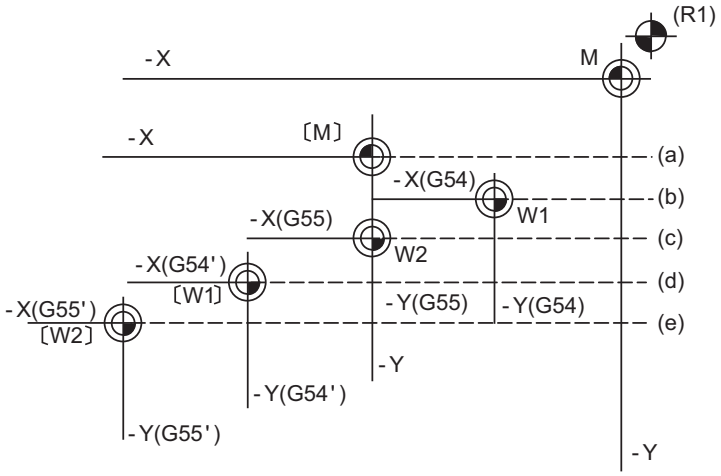
(6) Величины смещения систем координат детали могут быть изменены любое количество раз. (у можно также заменить командой G10 L2 Pp1 Xx1 Yy1 Zz1.)

[Обработка в случае неуказания L или P]

G10 L2 Pn Xx Yy Zz ;	n=0 : Установите величину смещения во внешней системе координат детали. n =1...6: Задаётся величина смещения в заданной системе координат детали. Прочие: Выдается ошибка программирования (P35).
G10 L2 Xx Yy Zz ;	Задаётся величина смещения в заданной системе координат детали. В модальном режиме G54.1 выдается ошибка программирования (P33).
G10 L20 Pn Xx Yy Zz ;	n =1...96 : Задаётся величина смещения в заданной системе координат детали. Прочие: Выдается ошибка программирования (P35).
G10 L20 Xx Yy Zz ;	Задаётся величина смещения в заданной системе координат детали. В модальном режиме G54 –G59 выдается ошибка программирования (P33).
G10 Pn Xx Yy Zz ;	Установка величины смещения в системе координат, номер которой указан кодом P. Если в данный момент выбрана одна из систем координат G54...G59, то номера P1...P6 обозначают соответственно системы координат G54...G59. Если выбрана внешняя система координат, номер P обозначает один из номеров P1...P96 системы координат G54.1. Если указаны иные значения, возникает ошибка программы (P35).
G10 Xx Yy Zz ;	Установка величины смещения в системе координат, выбранной на данный момент.
G10 G54.1 Xx Yy Zz ;	Если в кадре с командой G54.1 нет кода P, возникает ошибка программы (P33).

(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.



После включения питания гипотетическая система координат станка приводится в соответствие с базовой системой координат станка путем первого автоматического возврата (G28) или ручного возврата в референтную позицию (нулевую точку).

(R1) референтная позиция 1

(a) гипотетическая система координат станка на основе G92

(b) прежняя система координат детали 1 (G54)

(c) прежняя система координат детали 2 (G55)

(d) новая система координат детали 1 (G54)

(e) новая система координат детали 2 (G55)

(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 команда G54 X- Y-; задается после возврата в референтную позицию (автоматического или ручного), выполняемого после включения питания, возникает ошибка программы (P62). (Необходимо задание скорости, так как перемещение будет выполняться по G01.)

(12) Не задавайте G-команду, для которой P-код используется в одном и том же кадре с командой G54.1. В соответствии с приоритетом, P-код будет использоваться для G-команды.

(13) Если не добавлено количество дополнительных наборов смещения детали, то возникнет ошибка программирования (P39) при выполнении G54.1. Эта ошибка возникает также в случае, если задается один из кодов P49...P96, хотя спецификации допускают до 48 наборов.

(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 другие системы координат детали G54...G59, G54.1 и P2...P96 перемещаются параллельно ей, и устанавливается новая система координат детали.

(17) Величина смещения расширенной системы координат детали присваивается переменной с номером, указанным в таблице 1.
[Номера переменных смещения расширенной системы координат детали]

	От 1-й до n-ной оси			**От 1-й до n-ной оси**			**От 1-й до n-ной оси**			**От 1-й до n-ной оси**
P1	#7001...#700n		P25	#7481...#748n		P49	#7961...#796n		P73	#8441...#844n
P2	#7021...#702n		P26	#7501...#750n		P50	#7981...#798n		P74	#8461...#846n
P3	#7041...#704n		P27	#7521...#752n		P51	#8001...#800n		P75	#8481...#848n
P4	#7061...#706n		P28	#7541...#754n		P52	#8021...#802n		P76	#8501...#850n
P5	#7081...#708n		P29	#7561...#756n		P53	#8041...#804n		P77	#8521...#852n
P6	#7101...#710n		P30	#7581...#758n		P54	#8061...#806n		P78	#8541...#854n
P7	#7121...#712n		P31	#7601...#760n		P55	#8081...#808n		P79	#8561...#856n
P8	#7141...#714n		P32	#7621...#762n		P56	#8101...#810n		P80	#8581...#858n
P9	#7161...#716n		P33	#7641...#764n		P57	#8121...#812n		P81	#8601...#860n
P10	#7181...#718n		P34	#7661...#766n		P58	#8141...#814n		P82	#8621...#862n
P11	#7201...#720n		P35	#7681...#768n		P59	#8161...#816n		P83	#8641...#864n
P12	#7221...#722n		P36	#7701...#770n		P60	#8181...#818n		P84	#8661...#866n
P13	#7241...#724n		P37	#7721...#772n		P61	#8201...#820n		P85	#8681...#868n
P14	#7261...#726n		P38	#7741...#774n		P62	#8221...#822n		P86	#8701...#870n
P15	#7281...#728n		P39	#7761...#776n		P63	#8241...#824n		P87	#8721...#872n
P16	#7301...#730n		P40	#7781...#778n		P64	#8261...#826n		P88	#8741...#874n
P17	#7321...#732n		P41	#7801...#780n		P65	#8281...#828n		P89	#8761...#876n
P18	#7341...#734n		P42	#7821...#782n		P66	#8301...#830n		P90	#8781...#878n
P19	#7361...#736n		P43	#7841...#784n		P67	#8321...#832n		P91	#8801...#880n
P20	#7381...#738n		P44	#7861...#786n		P68	#8341...#834n		P92	#8821...#882n
P21	#7401...#740n		P45	#7881...#788n		P69	#8361...#836n		P93	#8841...#884n
P22	#7421...#742n		P46	#7901...#790n		P70	#8381...#838n		P94	#8861...#886n
P23	#7441...#744n		P47	#7921...#792n		P71	#8401...#840n		P95	#8881...#888n
P24	#7461...#746n		P48	#7941...#794n		P72	#8421...#842n		P96	#8901...#890n

⚠ ВНИМАНИЕ

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

(18) Если параметр "#1151 Reset ini" выключен, то модальное состояние команды G54.1 сохраняется даже после "Сброса 1".

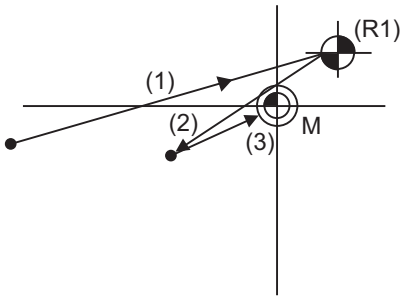
(19) Адрес P (выбор системы координат) для команды G54.1 не может быть задан в независимой команде, даже если уже действует модальная команда G54.1. Даже если в команде указана расширенная система координат детали, ее выбор не возможен.
(Пример)
P54.1 P5 ; Замена на систему координат детали P5.
P3 ; игнорируется.
G92 X0 Y0 Z0 ; Текущая позиция используется в качестве нулевой точки системы координат детали P5.

(20) Если команда G92 задана в расширенной системе координат детали, система координат смещается.

Пример программы

(Пример 1)

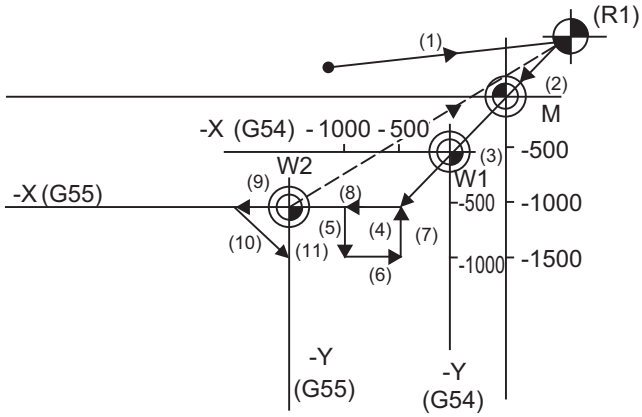
(1) G28 X0 Y0 ;
(2) G53 X-1000 Y-500 ;
(3) G53 X0 Y0 ;



Если координата 1-й референтной позиции равна нулю, то позиция возврата (#1) в нулевую точку базовой системы координат станка и в референтную позицию (нулевую точку) совпадают.

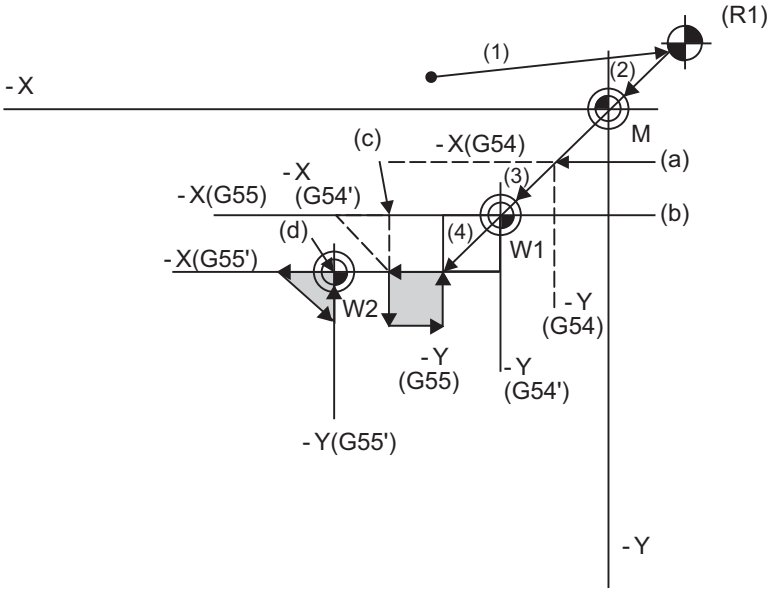
(Пример 2)

(1) G28 X0 Y0 ;
(2) G90 G00 G53 X0 Y0 ;
(3) G54 X-500 Y-500 ;
(4) G01 G91 X-500 F100 ;
(5) Y-500 ;
(6) X+500 ;
(7) Y+500 ;
(8) G90 G00 G55 X0 Y0 ;
(9) G01 X-500 F200 ;
(10) X0 Y-500 ;
(11) G90 G28 X0 Y0 ;



(Пример 3) Если система координат детали G54 (-500, -500) отклонилась в примере 2.
(Предполагается, что кадры (3)...(10) примера 2 были введены в подпрограмме 1111.)

(1) G28 X0 Y0 ;
(2) G90 G00 G53 X0 Y0 ; (В этом нет необходимости, если нет смещения G53.)
(3) G54 X-500 Y-500 ; Значение, на которое смещается система координат детали
(4) G92 X0 Y0 ; Задается новая система координат детали
(5) M98 P1111 ;



(a) прежняя система координат G54
(b) новая система координат G54
(c) прежняя система координат G55
(d) новая система координат G55
(R1) позиция возврата в референтную позицию

(Примечание) Система координат детали смещается каждый раз при выполнении шагов (3)...(5).
Поэтому команда выхода в исходную точку (G28) должна быть задана после завершения программы.

(Пример 4)Если в одной и той же системе координат G54...G59 имеются шесть деталей и для каждой необходима одна и та же обработка.

(1) Настройка данных смещения детали

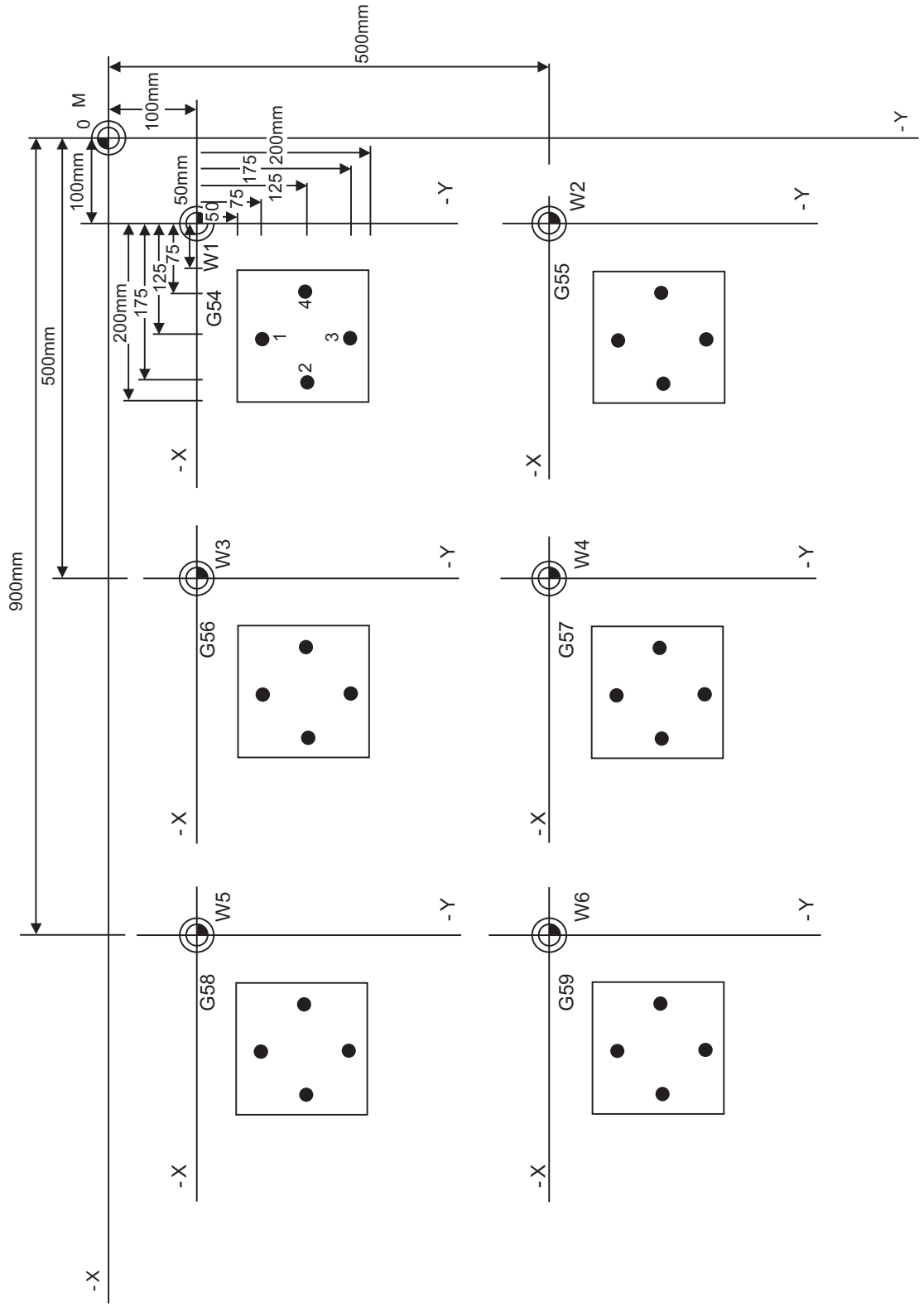
```
Деталь 1 X =-100.000 Y =-100.000.....G54
Деталь 2 X =-100.000 Y =-500.000.....G55
Деталь 3 X =-500.000 Y =-100.000.....G56
Деталь 4 X =-500.000 Y =-500.000.....G57
Деталь 5 X =-900.000 Y =-100.000.....G58
Деталь 6 X =-900.000 Y =-500.000.....G59
```

(2) Программа обработки (подпрограмма)

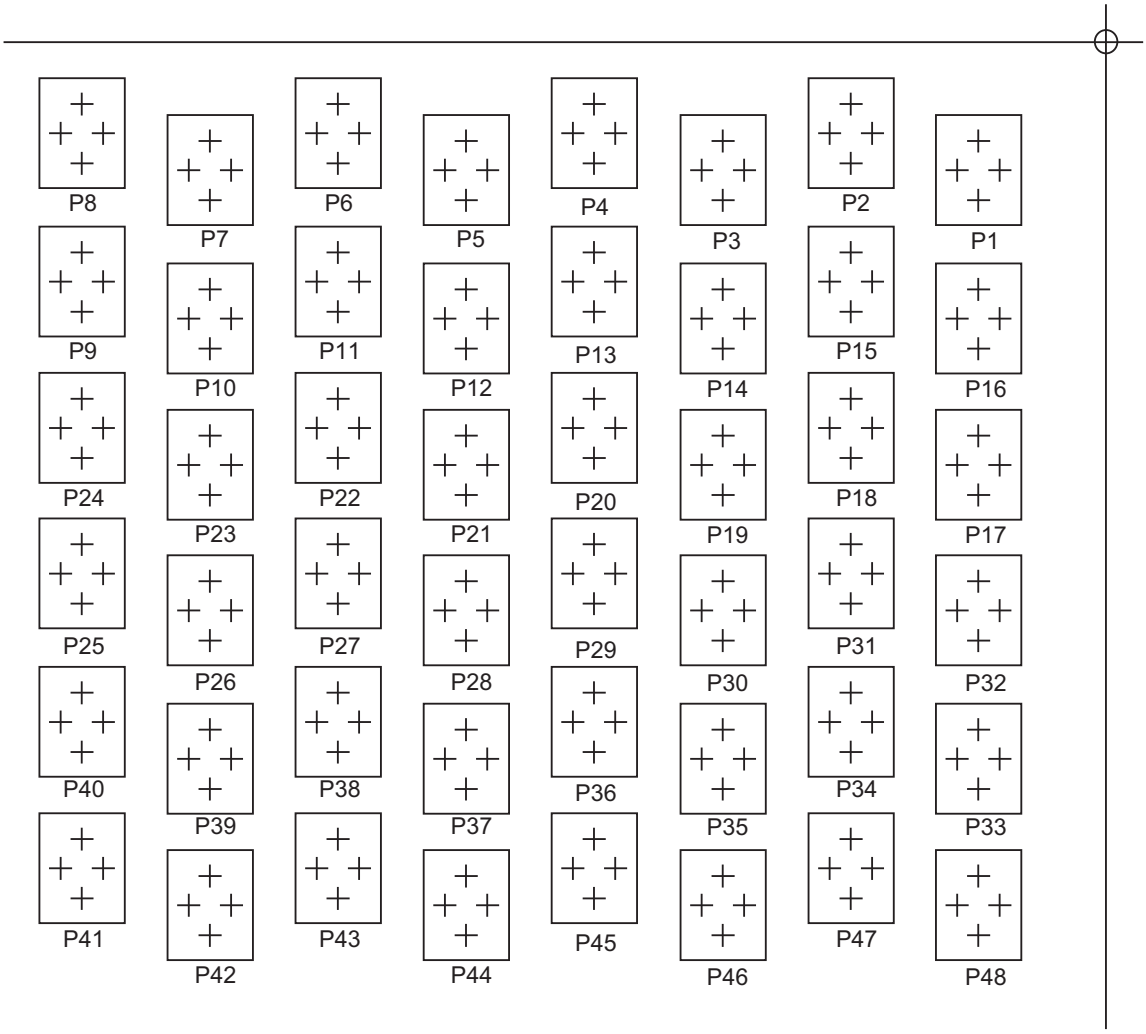
```
O100;
N1  G90 G0 G43 X-50. Y-50. Z-100. H10 ;          .....Позиционирование
N2  G01 X-200. F50 ;                             .....Обработка поверхности
        Y-200.;                                  .....Обработка поверхности
        X-50. ;                                  .....Обработка поверхности
        Y-50.;                                   .....Обработка поверхности
N3  G28 X0 Y0 Z0 ;
    :
    :
    :
N4  G98 G81 X-125. Y-75. Z-150. R-100. F40 ;     ..... Сверление 1
        X-175. Y-125. ;                          ..... Сверление 2
        X-125. Y-175. ;                          ..... Сверление 3
        X- 75. Y-125. ;                          ..... Сверление 4
    G80 ;
N5  G28 X0 Y0 Z0 ;
    :
N6  G98 G84 X-125. Y-75. Z-150. R-100. F40 ;     ..... Нарезание резьбы метчиком 1
        X-175. Y-125. ;                          ..... Нарезание резьбы метчиком 2
        X-125. Y-175. ;                          ..... Нарезание резьбы метчиком 3
        X- 75. Y-125. ;                          ..... Нарезание резьбы метчиком 4
    G80 ;
    M99 ;
```

(3) программа позиционирования (основная)

```
G28 X0 Y0 Z0 ;                                   ..... При включении питания
N1  G90 G54 M98 P100 ;
N2      G55 M98 P100 ;
N3      G57 M98 P100 ;
N4      G56 M98 P100 ;
N5      G58 M98 P100 ;
N6      G59 M98 P100 ;
N7  G28 X0 Y0 Z0 ;
N8  M02 ;
%
```


M
0
100mm
500mm
900mm
50mm
200mm
175
125
75
50
W1
W2
W3
W4
W5
W6
G54
G55
G56
G57
G58
G59
1
2
3
4
-X
-Y

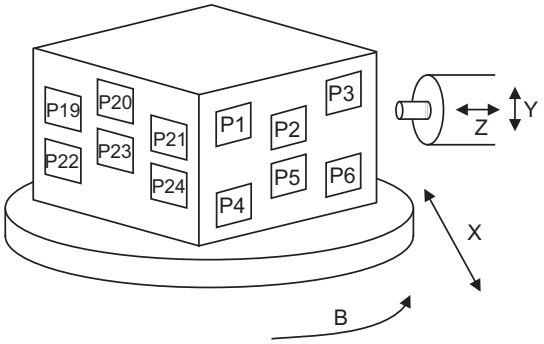
(Пример 5)Пример программы с непрерывным использованием 48 наборов дополнительных смещенных систем координат деталей. В этом примере для каждой обрабатываемой детали заранее установлены смещения с помощью адресов P1...P48. При этом 48 деталей закреплены на столе так, как это показано на чертеже ниже.




```
01000
G28 XYZ ;                    Возврат в опорную позицию
#100=1 ;                     Инициализация дополнительной системы координат детали номер P
G90 ;                        Режим абсолютного задания
WHILE [#100LE48]D01 ;        Повторение номеров P до 48
G54.1 P#100 ;                Установка системы координат детали
M98 P1001 ;                  Вызов подпрограммы
#100=#100+1 ;                Номер P + 1
END1 ;
G28 Z ;                      Возврат в референтную позицию
G28 XY ;
M02 ;
```

```
01001
G43 X-10.Y-10.Z-100.H10.;    Контур
G01 X-30.;
Y-30.;
X-10.;
Y-10.;
G00 G40 Z10.;
G98 G81 X-20.Y-15.Z-150.R5.F40;  Сверление
X-25.Y-20.;
X-20.Y-25.;
X-15.Y-20.;
G80 ;
M99 ;
```

(Пример 6)Пример программы, если дополнительные смещения системы координат детали передаются в стандартные смещения системы координат детали и используются. В этом примере для каждой детали заранее установлены смещения системы координат с помощью адресов P1...P24. При этом деталь закреплена на поворотном столе, как это показано на чертеже ниже.



020000 (основная)

G28 XYZB ;	Возврат в опорную позицию
G90 ;	Режим абсолютного значения
G00 B0 ;	Поворот стола торцом 1
G65 P2001 A1 ;	Загрузка смещений детали
M98 P2002 ;	Сверление
G00 B90. ;	Поворот стола торцом 2
G65 P2001 A7 ;	
M98 P2002 ;	
G00 B180. ;	Поворот стола торцом 3
G65 P2001 A13 ;	
M98 P2002 ;	
G00 B270. ;	Поворот стола торцом 4
G65 P2001 A19 ;	
M98 P2002 ;	
G28 XYB ;	Возврат в референтную позицию
M02 ;	
%	

02001 (передача смещений детали)

#2=5221 ;	Ведущий номер переменных систем координат детали
#3=[#1-1]*20+7001 ;	Ведущий номер переменных дополнительных систем координат детали
#5=0 ;	Сброс счетчика номеров наборов
WHILE [#5 LT 6] DO1 ;	Проверка числа наборов
#6=#6+1 ;	Указание источника передачи для номера переменной 1-й оси
#7=#7+1 ;	Указание цели передачи для номера переменной 1-й оси
#4=#4+1 ;	Сброс счетчика номера оси
WHILE [#4 LT 6] DO2 ;	Проверка числа осей
#[#6]=#[#7] ;	Передача данных переменных
#6=#6+1 ;	Указание источника передачи для следующей оси
#7=#7+1 ;	Указание цели передачи для следующей оси
#4=#4+1 ;	Повышение счетчика номера оси на 1
END2 ;	
#2=#2+20 ;	Источник передачи Указание ведущего номера следующего набора переменных.
#3=#3+20 ;	Цель передачи Указание ведущего номера следующего набора переменных.
#5=#5+1 ;	Повышение счетчика номера набора на 1
END1 ;	
M99 ;	
%	

O2002 (сверление)

G54 M98 H100 ;	Сверление в системе координат G54
G55 M98 H100 ;	В G55
G56 M98 H100 ;	В G56
G57 M98 H100 ;	В G57
G58 M98 H100 ;	В G58
G59 M98 H100 ;	В G59
G28 Z0 ;	
M99 ;	
N100 G98 G81 X-20. Y-15. Z-150. R5. F40 ;	Вызов стандартного цикла сверления
X-25. Y-20. ;	
X-20. Y-25. ;	
X-15. Y-20. ;	
G80 ;	
G28 Z ;	
M99 ;	
%	

14.11 Настройка локальной системы координат ; G52

Принцип действия и назначение

Локальные системы координат можно создать на основе систем координат детали G54...G59 с помощью команды G52. При этом заданная в команде позиция служит в качестве запрограммированной нулевой точки. 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__ Y__ Z__ α__ ;

α	Дополнительная ось

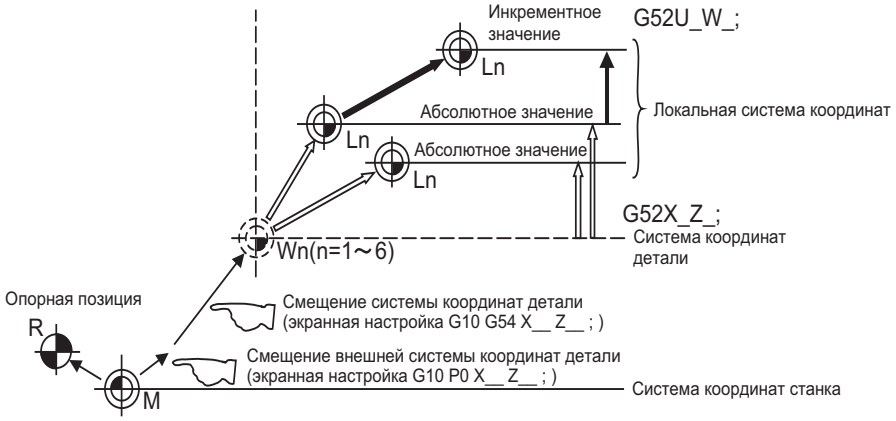
Подробное описание

(1) Команда G52 действует до тех пор, пока не будет задана новая команда G52 и инструмент не переместится. Команда является удобным средством для создания другой системы координат, не изменяя позиции нулевой точки систем координат детали (G54 ~ G59).

(2) Смещение локальной системы координат стирается в результате ручного возврата в референтную (нулевую) точку на основе сигнала DOG или возврата в референтную (нулевую) точку, выполняемого после включения питания.

(3) Локальная система координат отменяется командой (G54...G59) G52 X0 Y0 Z0 α0;.

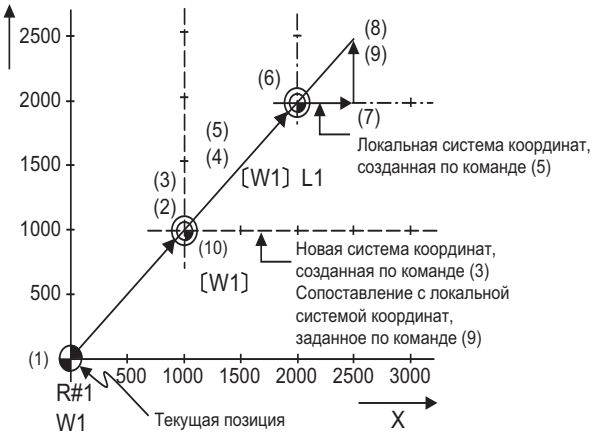
(4) Команды координат в абсолютном виде (G90) вызывают перемещение инструмента в позицию локальной системы координат.



(Примечание) Если программа выполняется неоднократно, система координат детали будет отклоняться каждый раз. Таким образом, при завершении программы необходимо подать команду для возврата в референтную позицию.

(Пример 1) Локальные координаты для режима абсолютного задания (смещение локальной системы координат не накапливается)

(1) G28 X0 Y0 ;
(2) G00 G90 X1. Y1. ;
(3) G92 X0 Y0 ;
(4) G00 X500 Y500 ;
(5) G52 X1. Y1. ;
(6) G00 X0 Y0 ;
(7) G01 X500 F100 ;
(8) Y500 ;
(9) G52 X0 Y0 ;
(10) G00 X0 Y0 ;

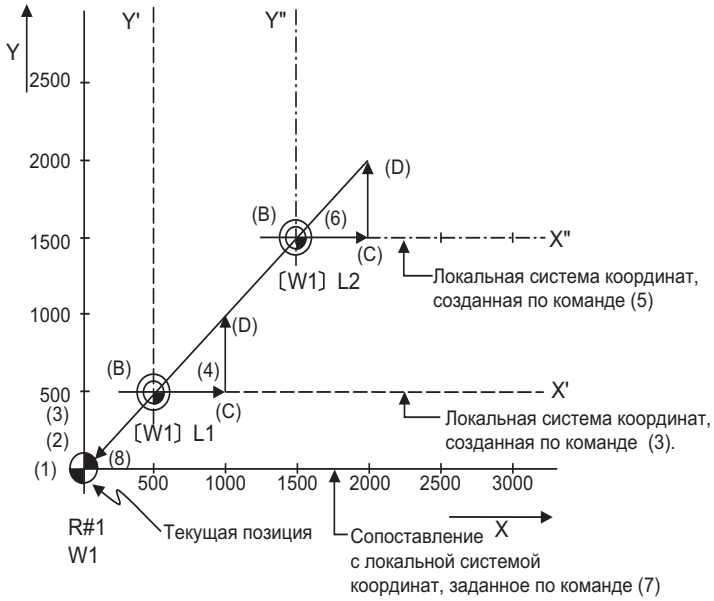


Локальная система координат создается по команде (5), отменяется по команде (9) и приводится в соответствие с системой координат для (3).

(Примечание)Если программа выполняется неоднократно, система координат детали будет отклоняться каждый раз. Таким образом, при завершении программы необходимо подать команду для возврата в референтную позицию.

(Пример 2) Локальные координаты для инкрементного режима (смещение локальной системы координат накапливается)

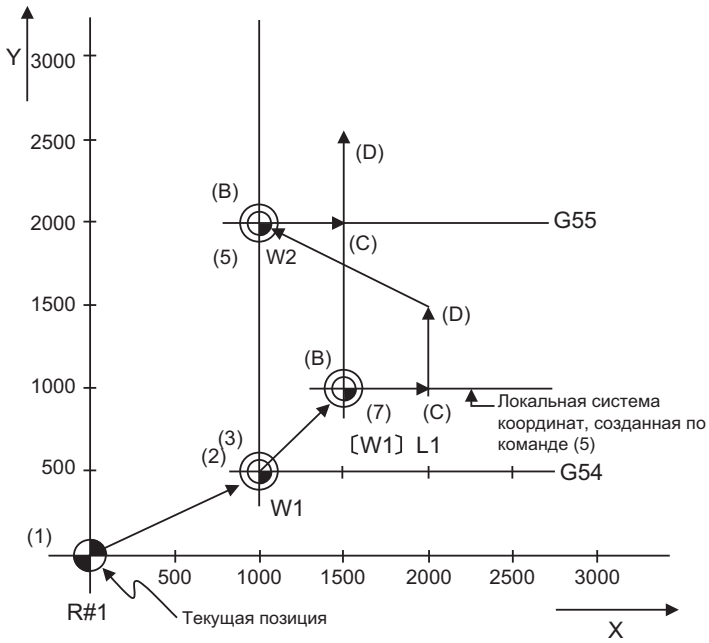
(1) G28 X0 Y0 ;
(2) G92 X0 Y0 ;
(3) G91 G52 X500 Y500 ;
(4) M98 P100 ;
(5) G52 X1. Y1. ;
(6) M98 P100 ;
(7) G52 X-1.5 Y-1.5 ;
(8) G00 G90 X0 Y0 ;
M02 ;
(A) O100 ;
(B) G90 G00 X0 Y0 ;
(C) G01 X500 ;
(D) Y500 ;
(E) G91 ;
(F) M99 ;



Локальная система координат X'Y' создается в позиции XY системы координат (500,500) по команде (3).
Локальная система координат X"Y" создается в позиции X'Y' системы координат (1000,1000) по команде (5).
Локальная система координат создается в позиции X"Y" системы координат (-1500, -1500) по команде (7). Иными словами, происходит то же самое, как если бы локальная система координат и система координат XY совмещались и локальная система координат отменялась.

(Пример 3) Использование вместе с системой координат детали

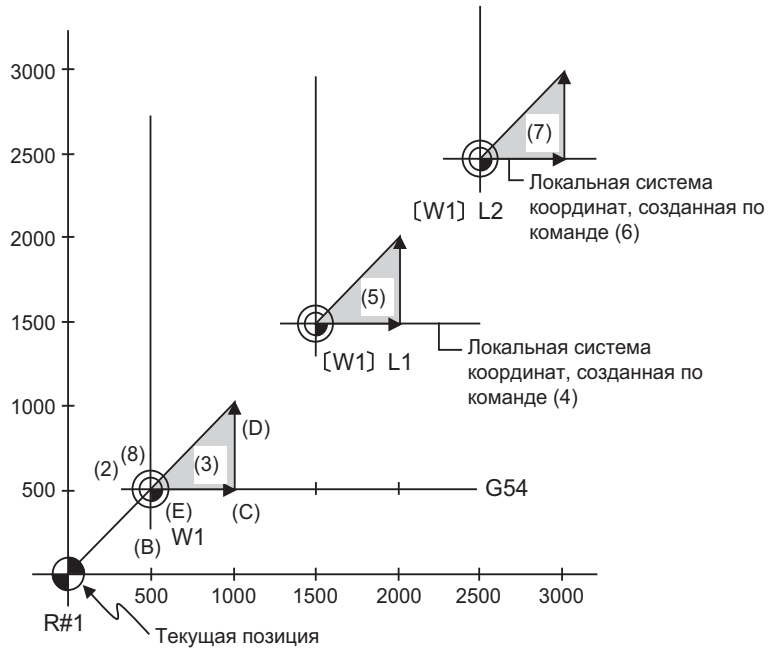
```
(1)   G28 X0 Y0 ;                 G54   G55
(2)   G00 G90 G54 X0 Y0 ;   X  1000  1000 ┐
(3)   G52 X500 Y500 ;       Y   500  2000 ┘ Система координат детали (настройка параметра)
(4)   M98 P200 ;
(5)   G00 G90 G55 X0 Y0 ;
(6)   M98 P200 ;
(7)   G00 G90 G54 X0 Y0 ;
        :
      M02 ;
(A)   O200 ;
(B)   G00 X0 Y0 ;
(C)   G01 X500 F100 ;
(D)   Y500 ;
(E)   M99 ; %
```



Локальная система координат создается в позиции (500,500) системы координат G54 по команде (3), однако локальная система координат для системы координат G55 не создается.
Во время движения для (7) ось движется в референтную позицию (нулевую точку) локальной системы координат G54.
Локальная система координат отменяется командой G90G54G52X0Y0;.

(Пример 4) Сочетание системы координат детали G54 и множественных локальных систем координат

```
(1)  G28 X 0 Y0 ;                G54
(2)  G00 G90 G54 X0 Y0 ;     X   500 ┐
(3)  M98 P300;               Y   500 ┘ Смещение координаты детали (настройка параметра)
(4)  G52 X1. Y1. ;
(5)  M98 P300 ;
(6)  G52 X2. Y2. ;
(7)  M98 P300 ;
(8)  G52 X0 Y0 ;
       :
     M02 ;
(A)  O300 ;
(B)  G00 X0 Y0 ;
(C)  G01 X500 F100 ;
(D)  Y500 ;
(E)  X0 Y0 ;
(F)  M99 ;
     %
```



Локальная система координат создается в позиции (1000,1000) системы координат G54 по команде (4).
Локальная система координат создается в позиции (2000,2000) системы координат G54 по команде (6).
Система координат G54 и локальная система координат приводятся в соответствие друг с другом в (8).

14.12 Предварительная настройка системы координат детали ; G92,1

Принцип действия и назначение

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. Система координат детали, установленная в результате одной из следующих операций или команд программы, смещается относительно системы координат станка.

- Если ручное прерывание выполнено при выключенном выключателе ручного абсолютного задания
- Если команда движения задана в состоянии блокировки станка
- Если ось перемещается в режиме прерывания с помощью рукоятки
- Если операция выполняется с зеркальным отображением
- Если с помощью G52 установлена локальная система координат
- Смещение системы координат детали с помощью команды G92

Эта функция предустанавливает сдвинутую систему координат детали в точке смещения системы координат детали от нулевой точки станка на величину смещения системы координат детали. Это происходит аналогично ручному возврату в референтную позицию. С помощью параметров можно выбрать, должны ли предварительно устанавливаться относительные координаты.

Формат команды

G92.1 X0 Y0 Z0 α0 ;

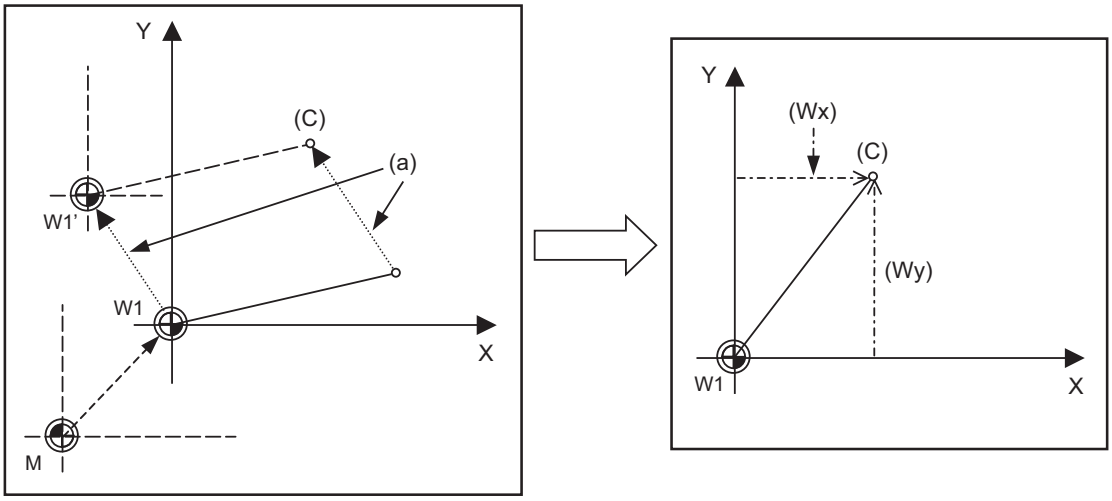
α0	Дополнительная ось

Подробное описание

(1) Задайте адрес оси для предустановки. Ось не буде предустановленна, пока не задана.

(2) Ошибка программирования (P35) возникнет, если задано значение, отличное от «0».

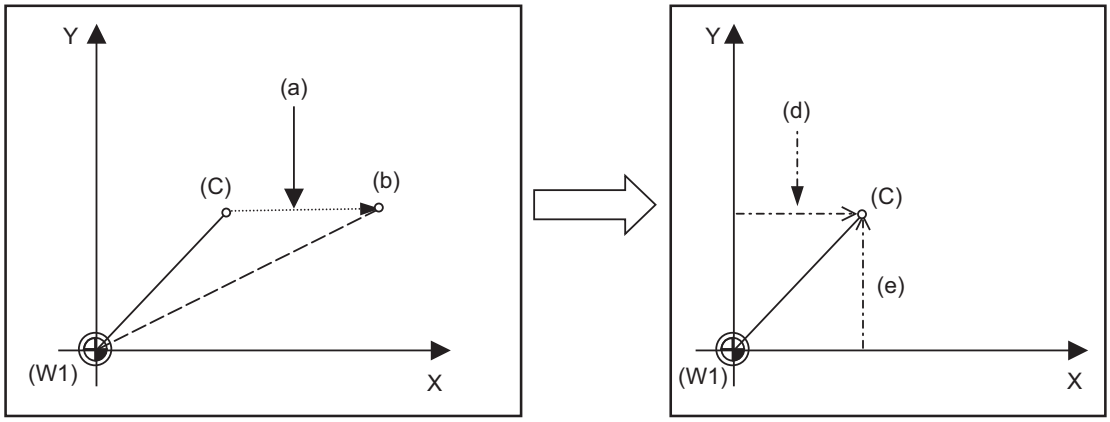
(3) Если выполняется ручной режим, в то время как выключатель ручного абсолютного задания установлен в выключенное состояние, или если ось перемещается в режиме прерывания с помощью рукоятки.



(a) величина ручного перемещения
(C) текущая позиция
(Wx) координата детали x после предустановки
(Wy) координата детали y после предустановки

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.
Эта функция возвращает смещенную нулевую точку координат детали W1' в первоначальную нулевую точку координат детали W1 и устанавливает расстояние от W1 до фактической позиции в качестве текущей позиции системы координат детали.

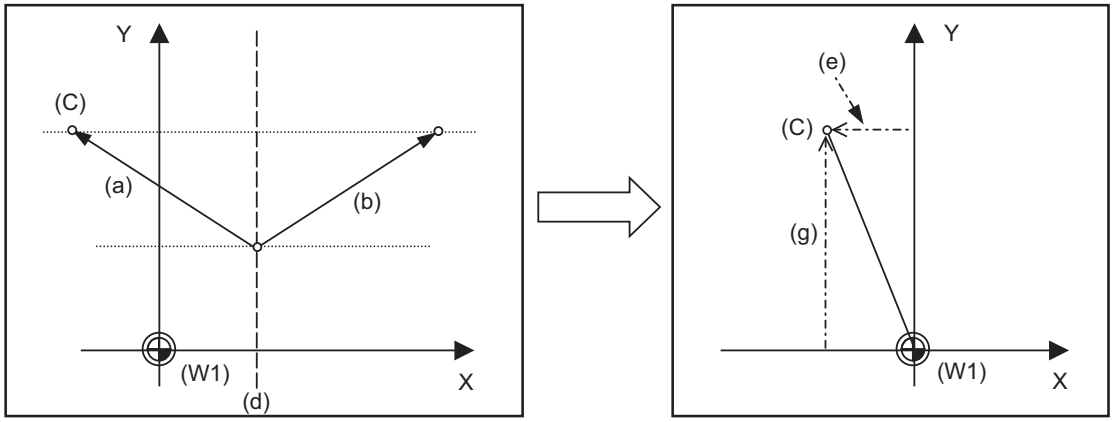
(4) Если команда перемещения задана в режиме блокировки станка



(a) величина движения во время блокировки станка
(b) значение координаты в системе координат детали
(C) текущая позиция
(d) координата x детали после предустановки
(e) координата y детали после предустановки
(W1) нулевая точка координаты детали

Если команда движения задана в состоянии блокировки станка, то текущая позиция не перемещается − перемещаются только координаты детали.
Эта функция возвращает смещенные координаты детали в первоначальную фактическую позицию и устанавливает расстояние от W1 до фактической позиции в качестве текущей позиции системы координат детали.

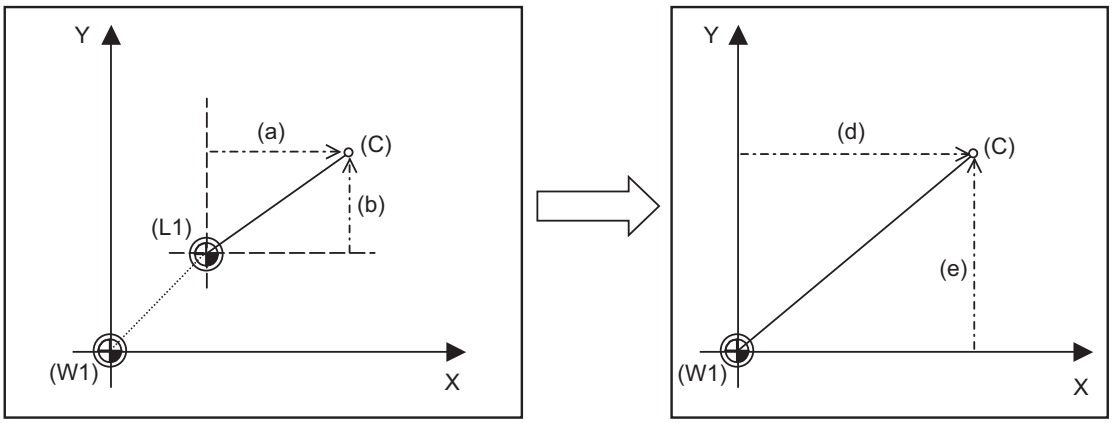
(5) Если операции выполняются в режиме зеркальности



(a) текущая операция
(b) команда программы
(C) текущая позиция
(d) центр зеркального отображения
(e) координата детали x после предустановки
(g) координата детали y после предустановки
(W1) нулевая точка координаты детали

Если операции выполняются в режиме зеркальности, только внутренние координаты системы ЧПУ используются в качестве координат в программных командах. Другими координатами являются координаты текущей позиции.
Эта функция устанавливает внутренние координаты ЧПУ в качестве текущих координат позиции.

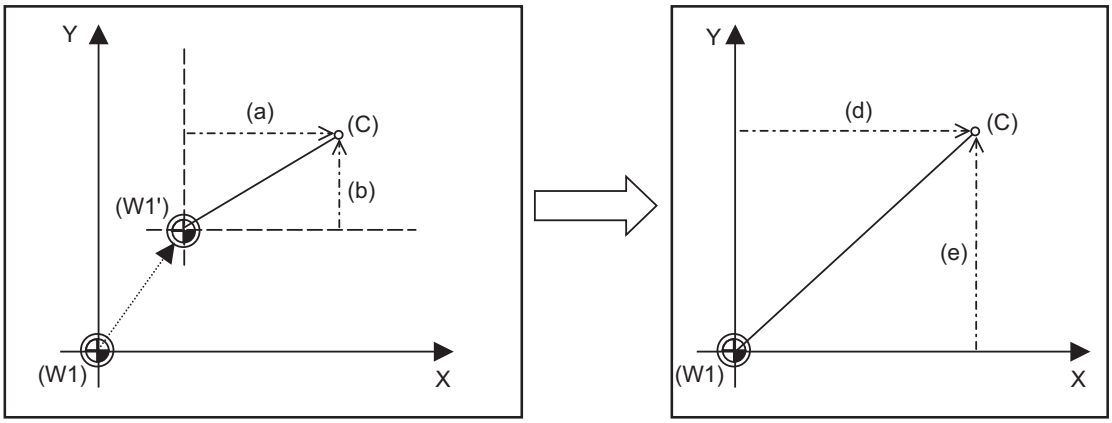
(6) Задание локальной системы координат с помощью G52



(a) локальные координаты x
(b) локальные координаты y
(C) текущая позиция
(d) координата x детали после предустановки
(e) координата y детали после предустановки
(L1) нулевая точка локальных координат
(W1) нулевая точка координаты детали

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.

(7) Смещение системы координат детали с помощью G92

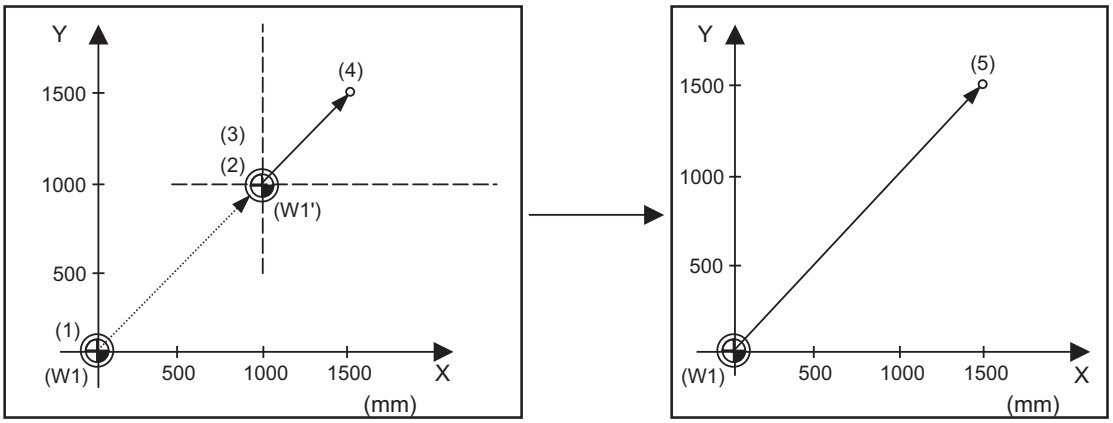


(a) локальные координаты x
(b) локальные координаты y
(C) текущая позиция
(d) координата x детали после предустановки
(e) координата y детали после предустановки
(W1) нулевая точка координаты детали
(W1') нулевая точка детали после команды G92

Система координат детали смещается по команде G92. Расстояние между W1' и текущей позицией устанавливается в качестве текущей позиции системы координат детали.
Эта функция возвращает смещенную нулевую точку координат детали в W1 и устанавливает расстояние от W1 до фактической позиции в качестве текущей позиции системы координат детали. Это действительно для всех координат детали.

Пример программы

Система координат детали, смещённая с помощью G92, предустанавливается по команде G92.1.



(W1) нулевая точка координаты детали
(W1') нулевая точка детали после команды G92

(Пример)

```
G28 X0 Y0 ; ... (1)
G00 G90 X1. Y1. ;   ... (2)
G92 X0 Y0           ... (3)
G00 X500 Y500 ;     ... (4)
G92.1 X0 Y0 ;       ... (5)
```

Указания

(1) Прежде чем использовать эту функцию, отмените компенсацию радиуса инструмента, компенсацию длины инструмента и смещение позиции инструмента. Если эта функция выполняется без их отмены, координаты детали будут соответствовать позиции, полученной путем вычитания величины смещения координаты детали из значения станка. Таким образом, вектор смещения будет временно отменён.

(2) Данная функция не может быть выполнена при возврате по программе.

(3) Не задавайте команду этой функции во время режимов масштабирования, поворота координат или зеркального отображения программы. В случае задания команды возникает ошибка программы (P34).

14.13 Система координат для поворотной оси

Принцип действия и назначение

Для оси, заданной параметрами в качестве поворотной оси, управление осуществляется в системе координат поворотной оси.
Поворотная ось может быть осью вращательного типа (с подвариантами "функция короткого пути действует" / "не действует") и линейного типа (с подвариантами "линейный тип координат детали" и "линейный тип всех координат").
Диапазон координат детали составляет от 0 до 359.999° для вращательного типа и от 0 до ± 99999.999° для линейного типа.
Значение координаты станка и относительная позиция различаются 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.

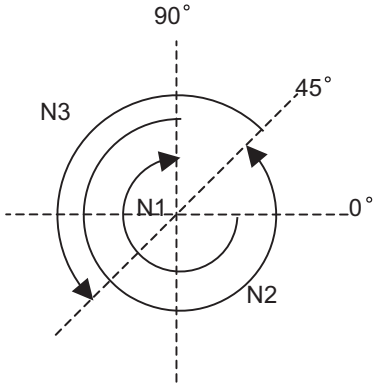
	Поворотная ось				**Линейная ось**
	Поворотная ось вращательного типа		**Поворотная ось линейного типа**		
	Функция короткого пути не действует	**Функция короткого пути действует**	**Линейный тип координат детали**	**Линейный тип всех координат**	
Настройка #8213	**0**	**1**	**2**	**3**	**-**
Координата позиции детали	Отображается в диапазоне от 0° до 359.999°.		Отображается в диапазоне от 0° до ± 99999.999°.		
Позиция координат станка / относительная позиция	Отображается в диапазоне от 0° до 359.999°.			Отображается в диапазоне от 0° до ± 99999.999°.	
Абсолютная команда	Величина приращения от конечной точки до текущей позиции разделяется на 360 градусов и ось движется на величину остатка с учетом арифметического знака.	Перемещение по замкнутому кругу в конечную точку.	Аналогично обычной линейной оси, ось движется с учетом арифметического знака на величину, полученную путем вычитания текущей позиции из конечной точки (без округления до 360 градусов).		
Инкрементная команда	Перемещается в направлении, соответствующем заданному знаку, на заданную инкрементную величину от текущей позиции.				
Возврат в опорную позицию	Зависит от абсолютной или инкрементной команды во время движения в промежуточную точку.				
	Выход происходит с перемещением, меньшим 360 градусов			Перемещает и возвращает ось в направлении точки R на величину, равную разности текущей позиции и точки R.	

Пример операции

Ниже приведены различия в выполнении и индикации на пульте оператора, в зависимости от типа поворотной координаты.
(Смещение детали задано 0O.)

Круговой тип (разомкнутый)

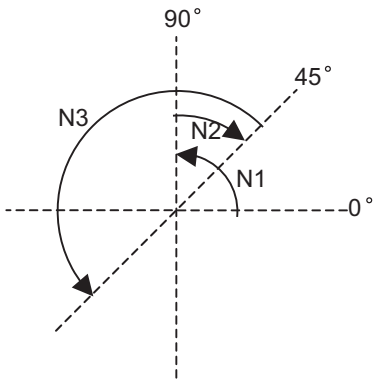
(1) Позиция в координатах станка, позиция в координатах детали и относительная позиция отображаются в диапазоне от 0° до 359.999°.
(2) При абсолютной команде ось движется в соответствии с арифметическим знаком на величину остатка, полученную путем деления на 360°.



Программа	Деталь	Станок
G28 C0.		
N1 G90 C-270.	90.000	90.000
N2 C405.	45.000	45.000
N3 G91 C180.	225.000	225.000

Вращательный тип (действует функция короткого пути)

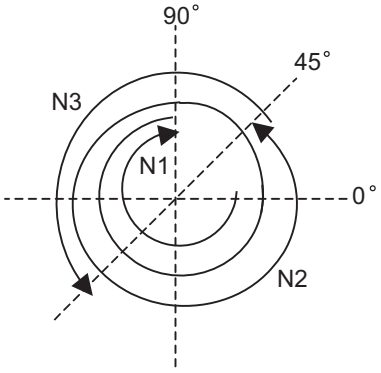
(1) Позиция в координатах станка, позиция в координатах детали и относительная позиция отображаются в диапазоне от 0° до 359.999°.
(2) При абсолютной команде ось поворачивается в том направлении, в котором путь до конечной точки короче.



Программа	Деталь	Станок
G28 C0.		
N1 G90 C-270.	90.000	90.000
N2 C405.	45.000	45.000
N3 G91 C180.	225.000	225.000

Линейный тип (позиция координаты детали линейного типа)

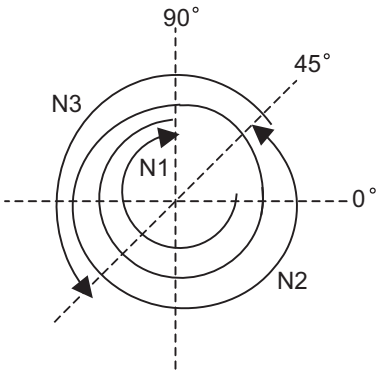
(1) Иные счетчики координат, кроме координат детали, отображаются в диапазоне от 0° до 359.999°. (б)
(2) Перемещение выполняется так же, как и для линейной оси.
(3) Во время возврата в референтную позицию ось движется аналогично линейной оси до тех пор, пока не будет достигнута промежуточная точка. От промежуточной точки ось поворачивается на величину менее 360О для выхода в исходное положение.
(4) В режиме абсолютного позиционирования, даже если позиция в системе координат детали выходит за пределы диапазона от 0° до 359.999°, система начнет работу в диапазоне от 0° до 359.999° после следующего включения питания.



Программа	Деталь	Станок	Относительная 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 повторного включения питания		
	Деталь	**Станок**	
	225.000	225.000	

Линейный тип (все координаты являются координатами линейного типа)

(1) Счетчик координаты детали отображается в диапазоне от 0 до ±99999.999°.
(2) Перемещение выполняется так же, как и для линейной оси.
(3) Во время возврата в референтную позицию ось движется аналогично линейной оси до тех пор, пока не будет достигнута промежуточная точка. От промежуточной точки ось поворачивается на величину разницы между промежуточной и исходной точками для выхода в исходное положение.
(4) В режиме абсолютного позиционирования после включения питания система начинает работу с позиции, в которой она находилась в момент последнего выключения питания.

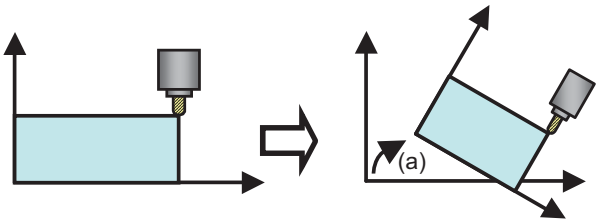


Программа	Деталь	Станок	Относительная позиция
G28 C0.			
N1 G90 C-270.	-270.000	-270.000	-270.000
N2 C405.	405.000	405.000	405.000
N3 G91 C180.	585.000	585.000	585.000
	После повторного включения питания		
	Деталь	**Станок**	
	585.000	585.000	

14.14 Компенсация ошибки крепления детали ; G54,4

Принцип действия и назначение

Эта функция предназначена для 5-осевого станка. Если обрабатываемая деталь закреплена с отклонением от системы координат детали, эта функция компенсирует ошибку, чтобы была возможной обработка в соответствии с программой. При действии этой функции создается новая система координат с деталью, являющейся ее референтной позицией (так называемая "система координат крепления детали"), и программа выполняется в этой новой системе координат.



(a) Ошибка установки обрабатываемой детали
Система координат автоматически смещается в соответствии с ошибкой установки обрабатываемой детали.

Эта функция возможна только для 5-осевой обработки. Кроме того, необходимо опциональное оснащение.
Если задана команда компенсации ошибки крепления детали, хотя соответствующая опция отсутствует, возникает ошибка программы (P544).

Формат команды

G54.4 Pn ; ... Компенсация ошибки крепления детали

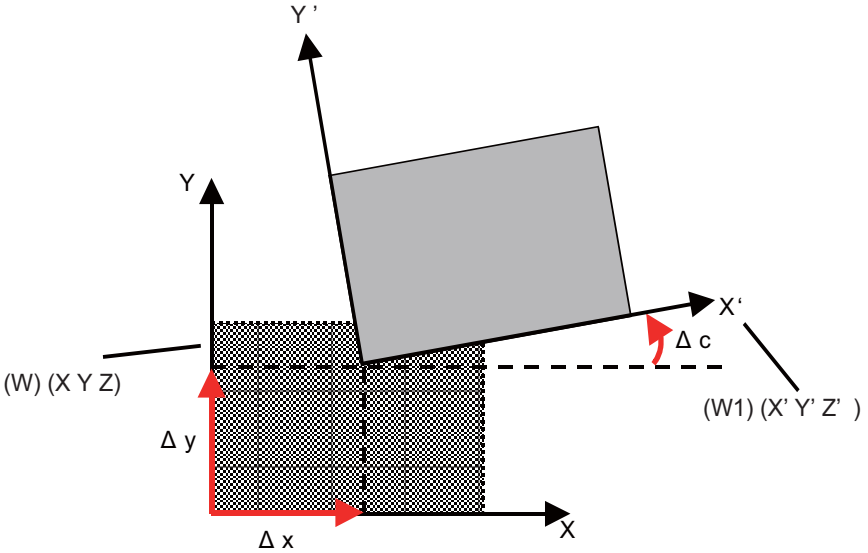
P	Номер компенсации ошибки крепления детали (n = 0...7) 0: Отмена компенсации ошибки крепления детали 1...7: Компенсация выполняется с использованием соответствующей величины компенсации ошибки крепления детали

(1) Задавайте команду G54.4 в независимом кадре. Если эта команда задается в одном и том же кадре с другим G-кодом, командой перемещения или вспомогательной командой, возникает ошибка программы (P546).
(2) Если в команде не указан никакой адрес P, возникает ошибка программы (P33). Если в команде указано иное значение кроме 0...7, возникает ошибка программы (P35).

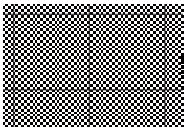
Подробное описание

Определение системы координат крепления детали

Система координат крепления детали определяется на основе трех следующих данных, характеризующих ошибку установки детали.



Деталь, установленная с отклонением от предусмотренного положения



Предусмотренное установочное положение детали

(W) система координат детали (w1) система координат крепления детали

(1) Ошибки в направлениях XYZ (Δx, Δy, Δz)
Установите начало отсчета системы координат крепления детали относительно первоначальной (предусмотренной) системы координат детали.

(2) Ошибка угла направления каждой оси (Δa, Δb, Δc)
Установите Δa, Δb, и Δc, чтобы определить направления XYZ системы координат крепления детали. По сравнению с первоначальной системой координат детали, ось X системы координат крепления детали повернута на угол Δa, ось Y − на угол Δb, а ось Z − на угол Δc. Положительное направление угла поворота определяется по правилу правой руки.

(3) Позиция поворотной оси стола при измерении ошибок
Установите значения поворотной оси стола в координатах станка при измерении Δx, Δy, Δz, Δa, Δb, и Δc.
- В случае варианта с наклоняемым инструментом эта настройка не нужна.
- В случае варианта с наклоняемым столом сделайте настройку для обеих осей.
- В случае комбинированного типа сделайте настройку только для поворотной оси на стороне стола.

Настройка ошибки установки детали

Имеется возможность настроить семь наборов величины компенсации ошибки крепления (величина компенсации ошибки крепления детали №01...№07), которые соответствуют номерам компенсации, заданным с помощью адреса P.
Общие величины компенсации ошибки крепления детали обычно прибавляются к семи наборам величины компенсации ошибки крепления детали.
Имеется возможность указать ошибки в направлениях XYZ (Δx, Δy, Δz) и позицию поворотной оси на стороне стола при измерении этих ошибок. Однако невозможно указать ошибку угла направления каждой оси (Δa, Δb, Δc).
Эти настройки выполняются на экранной странице для настройки ошибок крепления детали или с помощью системных переменных.

Системная переменная

Для использования системных переменных деблокируется считывание и запись величины компенсации ошибки крепления детали. Более подробную информацию см. в разделе "Типы переменных".

Добавление величин компенсации ошибки

Если позиции поворотной оси различаются между "общей величиной компенсации ошибки крепления детали" и "величиной компенсации ошибки крепления детали №01...№07", общие величины компенсации ошибки преобразуются в величины ошибки при позиции 0°, а затем прибавляются.

(Пример) В случае комбинированного типа, т. е. станка с одной поворотной осью на стороне стола (ось C), если величины компенсации ошибки установлены в таблице "Общие" (A) и "№ 01" (справа), образуются следующие величины ошибки, подлежащие компенсации.

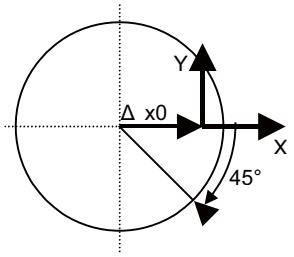
(A)

Δ x	10.0
Δ y	0.0
Δ z	0.0
Δ a	
Δ b	
Δ c	
B	
C	45.0

No.01

Δ x	0.0
Δ y	5.0
Δ z	0.0
Δ a	0.0
Δ b	0.0
Δ c	45.0
B	
C	- 90.0

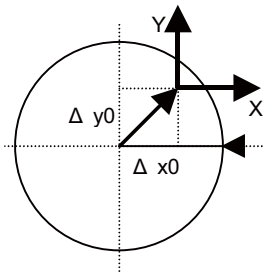
Ошибка при C = 45° из "Общих"



Δ x0	10.0
Δ y0	0.0
Δ z0	0.0
Δ a0	
Δ b0	
Δ c0	

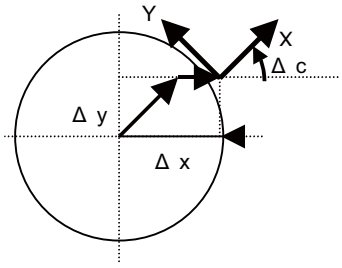
(a)

Ошибка при C = 0° из "Общих"



Δ x0	7.071
Δ y0	7.071
Δ z0	0.0
Δ a0	
Δ b0	
Δ c0	

Величины ошибок, действительно

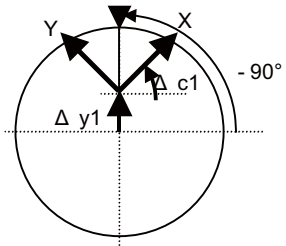


Δ x	12.071
Δ y	7.071
Δ z	0.0
Δ a	0.0
Δ b	0.0
Δ c	45.0

подлежащие компенсации (C = 0°)

(b)

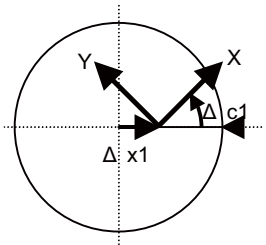
Ошибка при C = -90° из "№ 01"



Δ x1	0.0
Δ y1	5.0
Δ z1	0.0
Δ a1	0.0
Δ b1	0.0
Δ c1	45.0

(c)

Ошибка при C = 0° из "№ 01"



Δ x1	5.0
Δ y1	0.0
Δ z1	0.0
Δ a1	0.0
Δ b1	0.0
Δ c1	45.0

(Примечание)Даже если ось C поворачивается, ошибки в направлениях вращения (Δa, Δb, Δc) не изменяются.

(a) Преобразование в ошибку при C = 0° (b) Ошибки "Общие" (A) и "№ 01" просуммированы
(c) Преобразование в ошибку при C = 0°

Разъяснение работы

(1) Операции в этом режиме

- Запуск компенсации ошибки крепления детали

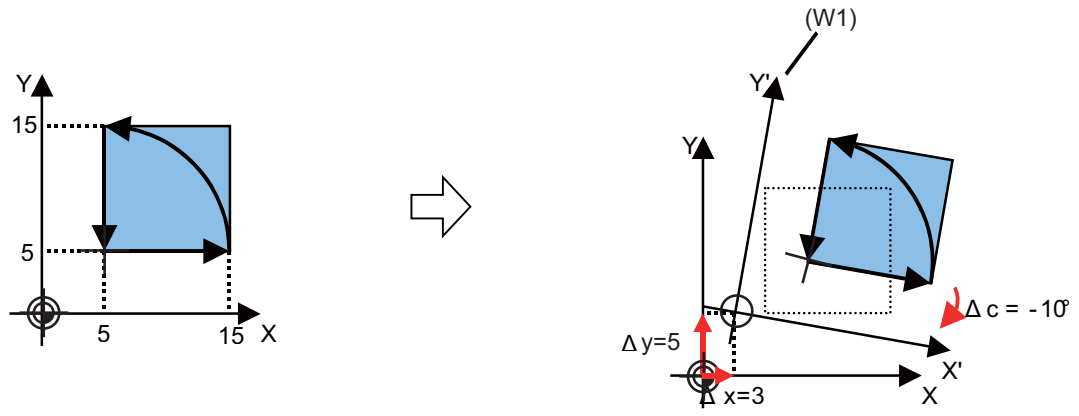
Команда G54.4 Pn (n = 1...7) запускает режим компенсации ошибки крепления детали. Система координат крепления детали устанавливается в соответствии с номером компенсации ошибки крепления детали (от № 01 до № 07), выбранным в виде n, и позицией поворотной оси в момент подачи команды. Счетчик ошибки крепления детали изменяется, чтобы отразить значения системы координат крепления детали. (Станок не совершает никаких движений.) Команды перемещения во время режима компенсации ошибки крепления детали интерпретируются как команды в системе координат крепления детали.

- Отмена компенсации ошибки крепления детали

Режим компенсации ошибки крепления детали отменяется с помощью команды G54.4 P0. При этом отменяется настройка системы координат крепления детали, активируется оригинальная система координат детали и счетчик ошибки крепления детали переключается на отображение координат в оригинальной системе координат детали. (Станок не совершает никаких движений.) Кроме того, компенсация ошибки крепления детали отменяется при сбросе.

При попытке выполнить программу (A) деталь установлена с отклонением на 3 мм от предусмотренной позиции в направлении X, на 5 мм в направлении Y и на угол -10° от оси Z. В этом случае настройте нижеприведенные величины компенсации как "величину компенсации ошибки крепления детали" и задайте команду компенсации ошибки крепления детали. Обработка происходит так, как это предусмотрено в первоначальной программе.

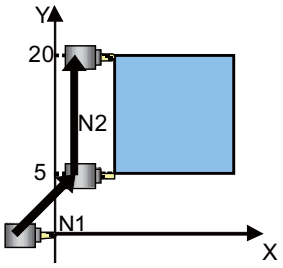
Программа (A)	Компенсация ошибки крепления детали № 01	G54.4P1
G90	Δx = 3.	
G0 X5. Y5.	Δy = 5.	G90
G1 X15. Y5. F500	Δz = 0.	G0 X5. Y5.
G3 X5. Y15. R10. F500	Δa = 0.	G1 X15.Y5. F500
G1 X5. Y5. F500	Δb = 0.	G3 X5. Y15. R10. F500
	Δc = -10.	G1 X5. Y5. F500
	Позиция 1 поворотной оси = 0°	G54.4P0
	Позиция 2 поворотной оси = 0°	



(W1) Система координат крепления детали

[Меры предосторожности в отношении задания и отмены G54.4]
Не забудьте, что первая команда перемещения сразу после команды G54.4 должна быть абсолютной командой. В кадре команды G54.4 станок не совершает никаких движений. Поэтому если сразу после задания команды G54.4 задана инкрементная команда, работа может отличаться от предусмотренной в программе. (Если сначала задана абсолютная команда, то операции дальнейших кадров будут соответствовать программе даже в случае использования инкрементных команд.) Такую же меру предосторожности необходимо соблюдать и в отношении отмены. Не забудьте сразу после команды G54.4P0 задать абсолютную команду.

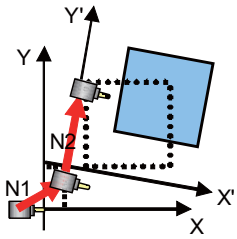
Работа при отсутствии ошибки крепления



(инкрементная команда) N1
G91 G0 X5. Y5.
N2 G91 G1 Y15.

(абсолютная команда)
N1 G90 G0 X5. Y5.
N2 G90 G1 Y20.

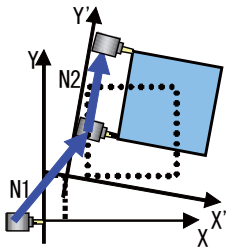
Если сразу после команды G54.4 задана инкрементная команда



G54.4 P1
N1 G91 G0 X5. Y5.
N2 G91 G1 Y15. F500

Если в кадре, следующем за командой G54.4, задана инкрементная величина, то инкрементное перемещение происходит по отношению к текущей позиции станка. Работа происходит не так, как это предусмотрено программой.

Если сразу после команды G54.4 задана абсолютная команда

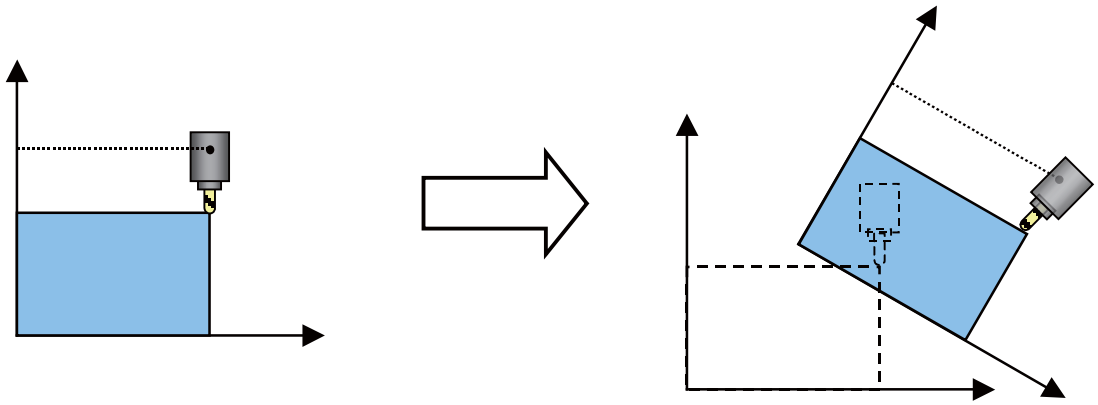


G54.4 P1
N1 G90 G0 X5. Y5.
N2 G90 G1 Y20. F500

Если в кадре, следующем за командой G54.4, указано абсолютное значение, результат операции соответствует предусмотренному программой.

(2) Компенсация направления инструмента

При компенсации ошибки крепления детали, в дополнение к компенсациям позиции XYZ компенсируется также угол инструмента относительно детали (по сравнению с позицией поворотной оси) − так, чтобы он был равен углу, предусмотренному программой.

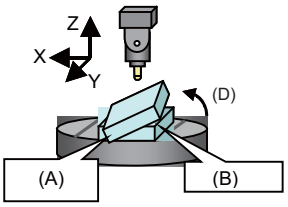


Включение компенсации ошибки крепления детали

Помимо координат XYZ компенсируется также позиция поворотной оси.

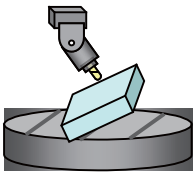
Имеются два типа сочетания углов поворотной оси после компенсации.

(Пример) Комбинированный тип (поворотная ось на стороне инструмента обозначена B, а поворотная ось на стороне стола − C)

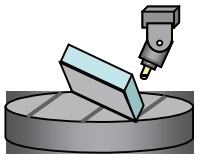


Позиция после компенсации направления инструмента

Знак B = положительный



Знак B = отрицательный



(команда программы)
B = 0°
C = 0°

(команда программы)
B = 30°
C = 0°

(команда программы)
B = -30°
C = 180°

(A) Оригинальное установочное положение детали	(текущая позиция)	(позиция станка)	(текущая позиция)	(позиция станка)
(B) идеальная позиция	B 0.	B 30.	B 0.	B -30.
(D) Ошибка угла оси Y: Δb = 30°	C 0.	C 0.	C 0.	C 180.

(Примечание) Счетчик ошибки крепления детали показывает командную позицию программы, а счетчик позиции станка показывает текущую позицию станка.

Выберите одну из вышеуказанных возможностей, руководствуясь следующими правилами.
- В кадре команды G54.4
Выберите сочетание, при котором расстояние перемещения вторичной поворотной оси короче, чем в случае другого сочетания.
При этом выборе станок не перемещается. Счетчик ошибки крепления детали обновляется.

- Не в кадре команды G54.4
Выберите сочетание в соответствии с параметром "#7906 PASSTYP".
(Это тот же самый параметр, который устанавливает "Тип прохождения особой точки" при запуске управления центром инструмента.)

Тип	**Тип 1**	**Тип 2**
Параметр	#7906 = 0	#7906 = 1
Операция	Выберите сочетание, при котором знак первичной поворотной оси совпадает со знаком начальной точки кадра.	Выберите сочетание, при котором расстояние перемещения вторичной поворотной оси короче.

Связь с другими функциями

Команды, которые можно задавать во время компенсации ошибки крепления детали

Если задается иная команда кроме нижеперечисленных, возникает ошибка программы (P545).

Команда	Функция
G00, G01 G02, G03	Позиционирование, линейная интерполяция, круговая интерполяция, винтовая интерполяция
G04	Выдержка времени
G05 P0, P1, P2, P10000	Режим высокоскоростной обработки, высокоскоростное высокоточное управление II
G05.1 Q0, Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I
G08 P0 P1	Высокоточное управление
G09	Контроль точного останова
G10, G11	Отмена ввода параметров программой, ввод данных компенсации с помощью программы
G12, G13	Резание по окружности
G17, G18, G19	Выбор плоскости
G20, G21	Дюймы, метрические единицы (примечание 1)
G28	Автоматический возврат в 1-ю референтную позицию
G29	Возврат в начальную позицию
G30	Возврат в референтную позицию 2...4
G30.1...G30.6	Возврат в позицию смены инструмента
G34, G35, G36, G37.1	Специальный стандартный цикл
G40, G41, G42	Компенсация радиуса инструмента слева/справа/отмена
G41.2, G42.2	Трехмерная компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки слева/справа
G43, G44, G49 G43.1, G43.5	Компенсация длины инструмента, компенсация длины инструмента вдоль оси инструмента +/-/ отмена, управление центром инструмента (тип I/II)
G45,G46,G47,G48	Смещение позиции инструмента
G50,G51	Отмена/включение масштабирования
G50.1, G51.1	Отмена/включение зеркального отображения на основе G-команды
G53	Выбор системы координат станка
G53,1	Управление направлением оси инструмента
G54...G59, G54.1 Pn	Выбор системы координат детали (примечание 2), выбор расширенной системы координат детали
G54.4 P0	Отмена компенсации ошибки крепления детали
G61 G61.1 G64	Режим контроля точного останова Включение режима высокоточного управления I Режим резания
G65	Простой макровызов пользователя
G66, G66,1, G67	Модальный вызов пользовательского макроса A/B/отмена
G68,2, G68,3, G69	Обработка наклонной поверхности, Отмена поворота координат / обработки наклонной поверхности
G73...G76, G80...G89	Стандартный цикл сверления отверстия * Включая синхронное нарезание резьбы метчиками
G90, G91	Абсолютное/инкрементное задание
G93 G94 G95	Подача в функции, обратной времени Подача в минуту Подача на оборот
G98, G99	Возврат на исходный уровень стандартного цикла, возврат на уровень точки R
M98, M99	Вызов подпрограммы, возврат в основную программу
M,S,T,B	Команда M, S, T, B
Команда макроса	Локальные переменные, общие переменные, арифметические команды (четыре основных арифметических действия, тригонометрические функции, квадратный корень и т. п.), управляющие команды (IF-GOTO и WHILE-DO)

(Примечания 1)Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнено переключение между дюймами и метрическими единицами, возникает сигнализация.

(Примечания 2)Если во время компенсации ошибки крепления детали изменена система координат детали, возникает сигнализация.

Режимы, при которых можно задавать команду компенсации ошибки крепления детали

Если компенсация ошибки крепления детали (в том числе команда ее отмены) задана в ином режиме кроме нижеперечисленных, возникает ошибка программы (P546).

Режим	Функция
G00, G01	Позиционирование, линейная интерполяция
G05 P0, P1, P2, P10000	Режим высокоскоростной обработки
G05.1 Q0, Q1	Высокоскоростное высокоточное управление I
G08 P0 P1	Высокоточное управление
G13,1	Отмена интерполяции полярных координат
G15	Отмена команды полярных координат
G17, G18, G19	Выбор плоскости
G20, G21	Дюймы, метрические единицы
G23	Выключение проверки хода перед перемещением
G40	Отмена коррекции радиуса резца
G40,1	Отмена управления нормалью
G49	Отмена компенсации длины инструмента
G50	Отмена масштабирования
G50,1	Выключение зеркального отображения с помощью G-кода
G54...G59, G54.1	Выбор системы координат детали, выбор расширенной системы координат детали
G54.4 P0	Отмена компенсации ошибки крепления детали
G61 G61.1 G64	Режим контроля точного останова Включение режима высокоточного управления I Режим резания
G67	Выключение модального вызова пользовательского макроса
G69	Отмена поворота координат, отмена трехмерного преобразования координат
G80	Отмена стандартного цикла
G90, G91	Абсолютное/инкрементное задание
G93 G94 G95	Подача в функции, обратной времени Подача в минуту Подача на оборот
G97	Асинхронная подача (минутная подача)
G98, G99	Возврат на исходный уровень стандартного цикла, возврат на уровень точки R

Задание команды компенсации ошибки крепления детали не возможно

Если действуют следующие функции, задать команду компенсации ошибки крепления детали не возможно. При задании этой команды возникает ошибка программы (P546).

Название функции	Связанный параметр	Связанный сигнал контроллера
Поворот координат с помощью параметра	От точки #8621 до точки #8627	-
Зеркальность задается установкой параметров	#8211	-
Зеркальность задается внешним сигналом	-	Y7C0...Y7DF

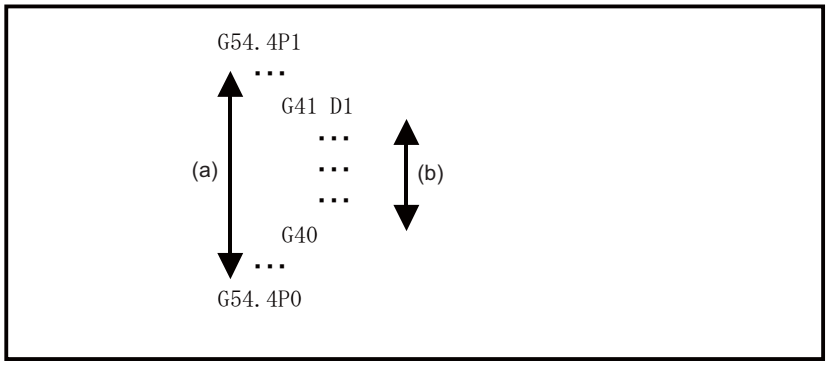
Указания

(1) Во время компенсации ошибки крепления детали системные переменные для считывания информации о позиции (#5001...#5116, кроме #5021...#5036 и #5101...#5116) содержат координаты в системе координат крепления детали. Переменные #5021...#5036 и #5101...#5116 даже во время компенсации ошибки крепления детали содержат значения координат в системе координат станка.

(2) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнен сброс, компенсация ошибки крепления детали отменяется.

(3) Чтобы активировать "блокировку станка", "блокировку" и "внешнее замедление", подавайте соответствующие сигналы не на оси системы координат крепления детали, а на оси системы координат станка, которые задействованы в текущей операции.

(4) Команды компенсации радиуса инструмента, трехмерной компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки, компенсации длины инструмента, управления центром инструмента, зеркального отображения с помощью G-кода, масштабирования, обработки наклонной поверхности и фиксированного цикла должны быть вложены в команды компенсации ошибки крепления детали. Эти команды должны задаваться во время режима компенсации ошибки крепления детали.



(a) При компенсации ошибки крепления детали (b) При компенсации радиуса инструмента

(5) Преобразование координат не применяется к ручному прерыванию, оно действует в системе координат станка. Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнено ручное прерывание или управление центром инструмента с включенным выключателем ручного абсолютного значения, для возобновления автоматической работы не забудьте выполнить возврат в позицию перед прерыванием. Если вы перезапускаете автоматическую работу в позиции, отличающейся от позиции перед прерыванием, возникает ошибка " M01 Illegal op in wk instl err cmp 0070". Кроме того, причиной ошибки "M01 Illegal op in wk instl err cmp 0070" является прерывание в отношении поворотной оси во время компенсации ошибки крепления детали. Еще одной причиной сигнализации "M01 Illegal op in wk instl err cmp 0070" является прерывание автоматической операции с помощью рукоятки во время компенсации ошибки крепления детали.

(6) Во время компенсации ошибки крепления детали не возможны прерывание MDI, прерывание контроллера и макропрерывание. Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнено какое-либо из этих прерываний, возникает ошибка "M01 Illegal op in wk instl err cmp 0070". Если во время компенсации ошибки крепления детали активировано макропрерывание, возникает ошибка программы (P545). Если во время макропрерывания задана команда компенсации ошибки крепления детали, возникает ошибка программы (P546).

(7) Если команда компенсации ошибки крепления детали задается во время прерывания MDI, прерывания контроллера или макропрерывания, возникает ошибка программы (P546).

(8) При графической проверке отображается траектория оригинальной (предусмотренной) системы координат детали.

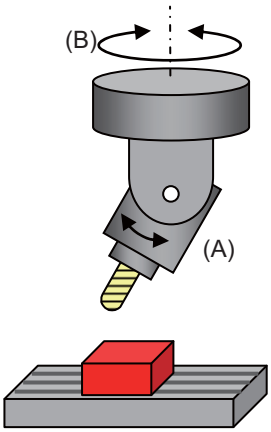
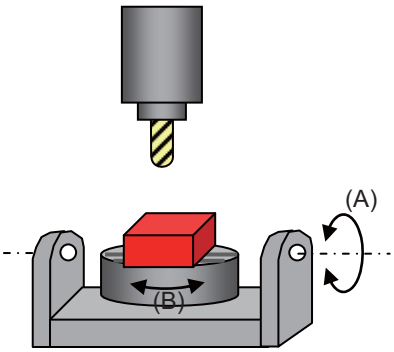
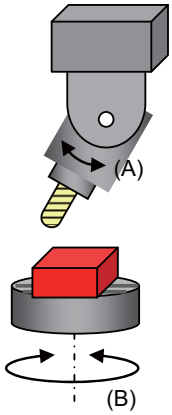
(9) Трассировка выполняется на основе значений координат станка.

(10) К кадру после активации компенсации ошибки крепления детали не может быть применен перезапуск программы. При подаче такой команды возникает ошибка программы (P49).

(11) Команды G0 во время компенсации ошибки крепления детали всегда являются командами интерполяционного типа. (Неинтерполяционный тип не возможен.)
(12) Во время компенсации ошибки крепления детали коррекция буфера не возможна. При попытке коррекции буфера появляется сообщение о том, что коррекция буфера дезактивирована.
(13) В параметрах #7900...#7902, #7922, #7932, #7942 и #7952 указаны оси 1-й частичной системы. Если команда компенсации ошибки крепления детали задана в частичной системе, в которой какая-либо из указанных осей не готова, возникает ошибка программы (P932).
(14) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнена произвольная подача в ручном режиме, возникает ошибка "M01 Illegal op in wk instl err cmp 0070".
(15) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнена ручная команда скорости, возникает ошибка "M01 Illegal op in wk instl err cmp 0070".
(16) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнен поворот фигуры, возникает ошибка программы (P545). Если команда компенсации ошибки крепления детали задана во время поворота фигуры, возникает ошибка программы (P546).
(17) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнен поворот координат с помощью параметра, возникает ошибка программы (P545). Если команда компенсации ошибки крепления детали задана во время поворота координат с помощью параметра, возникает ошибка программы (P546).
(18) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнена линейная угловая команда, возникает ошибка программы (P545).
(19) Если во время компенсации ошибки крепления детали выполнена геометрическая команда, возникает ошибка программы (P545).
(20) Во время движения оси в режиме компенсации ошибки крепления детали отрезание не возможно. Если команда движения компенсации ошибки крепления детали задана во время отрезания, возникает ошибка "M01 Command axis chopping axis 0151".
(21) Если в кадре задана команда поворота поворотной оси более чем на 180°, возникает ошибка программы (P547). В этом случае разделите кадр на несколько кадров так, чтобы движение в каждом кадре было меньше 180°.
(22) Если команда компенсации ошибки крепления детали задана во время модального вызова пользовательского макроса B (G66.1), возникает ошибка программы (P33).
(23) Не изменяйте величину смещения детали во время компенсации ошибки крепления детали.
(24) Даже если во время компенсации ошибки крепления детали изменены величины компенсации ошибки крепления детали, действует смещение при запуске.

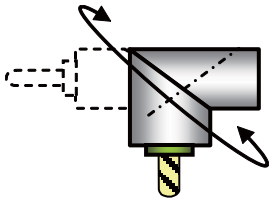
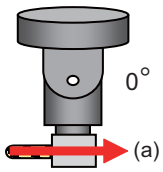
(25) Применимы следующие конфигурации осей станков.

(a) Эта функция применима к трем нижеперечисленным типам конфигурации станка.

Тип	С наклоняемым инструментом	С наклоняемым столом	Комбинированный
Описание	Две поворотных оси на стороне головки инструмента	Две поворотных оси на стороне стола	По одной поворотной оси на стороне головки инструмента и стороне стола
Пример станка			
Первичная поворотная ось (A)	2-я поворотная ось на стороне инструмента	1-я поворотная ось на стороне стола	Поворотная ось на стороне инструмента
Позиция вторичной поворотной оси (B)	1-я поворотная ось на стороне инструмента	2-я поворотная ось на стороне стола	Поворотная ось на стороне стола

В этом руководстве следующие оси обозначаются как "первичная поворотная ось": 2-я поворотная ось на стороне инструмента (вариант с наклоняемым инструментом), 1-я поворотная ось на стороне стола (вариант с наклоняемым столом) и поворотная ось на стороне инструмента (комбинированный тип). Прочие поворотные оси обозначаются как "вторичная поворотная ось".

(b) Эта функция не применима к следующим станкам.

Описание	Пример станка
Станок, на котором ось центра поворота поворотной оси не параллельна какой-либо ортогональной координатной оси.	
Станок, в котором направление от режущей кромки инструмента к основанию инструмента не параллельно оси Z (положительному направлению оси Z), если все позиции станка поворотных осей равны 0°.	 (a) Направление оси инструмента
Станок, в котором три линейные оси не образуют ортогональную систему координат с ориентацией осей по принципу правой руки.	

15

Функции измерения

15.1 Автоматическое измерение длины инструмента ; G37

Принцип действия и назначение

Эти функции вырабатывают значения для команд движения от позиции в момент начала измерения до позиции измерения, перемещают инструмент в направлении позиции измерения, останавливают станок после того, как инструмент достиг датчика, побуждают систему ЧПУ автоматически рассчитать разность между значениями координат на этот момент и значениями координат заданной в команде позиции измерения, а затем предоставляют вычисленную разность как величину смещения инструмента.
Если смещение уже применяется к инструменту, инструмент движется в направлении позиции измерения со все еще применяемым смещением и, если в результате измерения и расчета вырабатывается очередная величина смещения, то эта величина смещения приводит к дополнительной компенсации уже имеющейся величины компенсации.
Если в это время имеется величина смещения одного типа, и величина смещения различается между "величиной смещения длины инструмента" и "величиной смещения износа", то автоматически компенсируется величина износа.

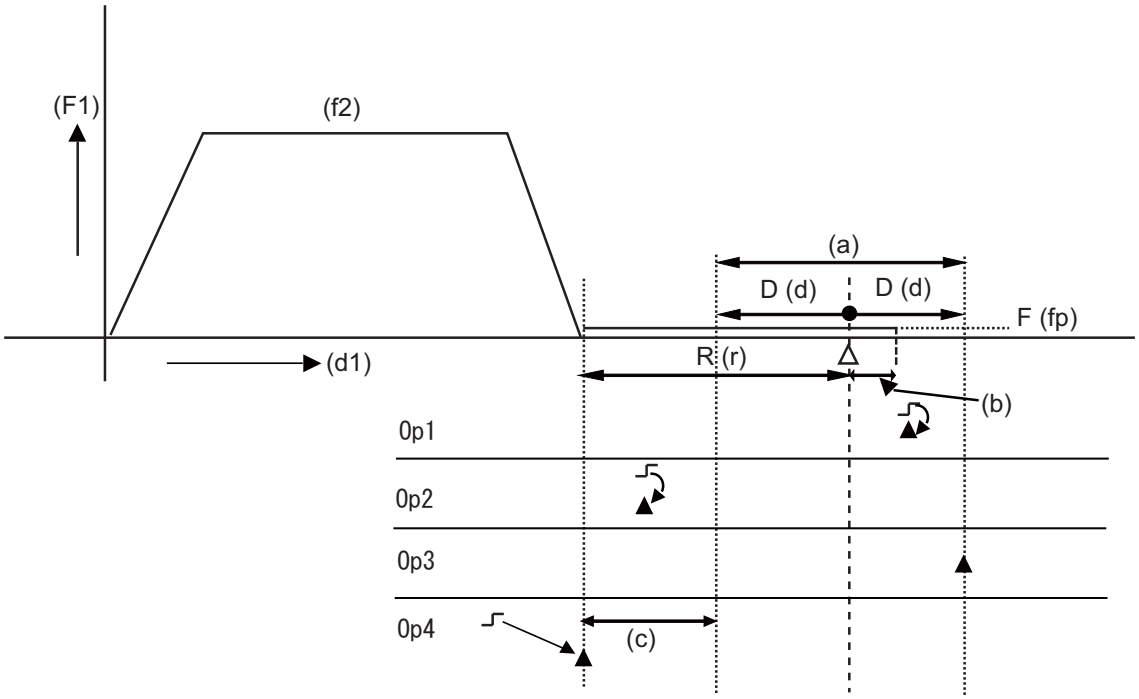
Формат команды

G37 Z__ R__ D__ F__ ; ... Команда автоматического измерения длины инструмента

Z.	Адрес измерительной оси и координаты позиции измерения ------X,Y,Z,α (α является дополнительной осью)
R	Здесь задается расстояние между позицией измерения и точкой, в которой должно начинаться движение на скорости измерения.
D	Эта команда задает диапазон, в пределах которого инструмент должен останавливаться.
F	Эта команда задает скорость подачи при измерении. Если R_, D_ или F_ пропущены, то вместо них используется значение, настроенное в параметре. <Параметр> ("AUTO TLM" в экране параметров обработки) − #8004 SPEED (скорость подачи при измерении): 0...1000000 [мм/мин] − #8005 ZONE r: 0...99999.999 [мм] − #8006 ZONE d: 0...99999.999 [мм]

Подробное описание

(1) Действия по команде G37



Op1 : Нормальное завершение, так как измерение происходит в допустимом диапазоне.

Op2 : Останов с сигнализацией (P607) из-за выхода за пределы допустимого диапазона измерения.

Op3 : Останов с сигнализацией (P607), так как датчик не обнаружен.

Op4 : Останов с сигнализацией (P607) из-за выхода за пределы допустимого диапазона измерения. Однако если зоны (c) не имеется, происходит обычное завершение.

(a) допустимый диапазон измерения (b) величина компенсации (d1) расстояние

(F1) скорость (f2) скорость подачи (d) диапазон измерения

(r) диапазон замедления

△ Позиция измерения ▲ Точка останова ⎍ Выход датчика

(2) В качестве сигнала датчика (сигнала выхода в позицию измерения) используется, как правило, сигнал измерения (skip signal).

(3) Если F-команда и скорость измерения в параметре равны 0, применяется скорость подачи 1 мм/мин.

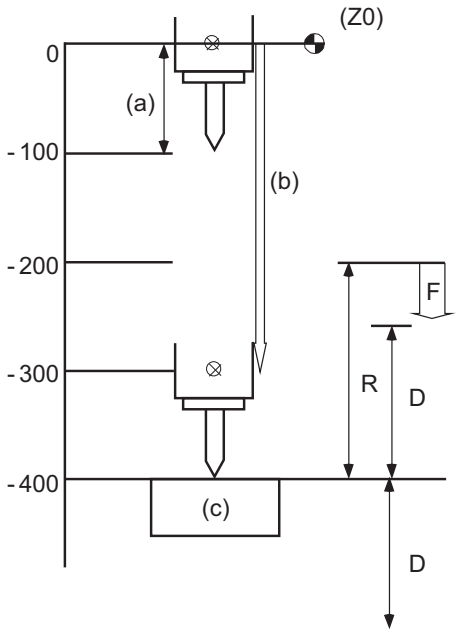
(4) Обновленная величина смещения действует до тех пор, пока она не будет присвоена из следующей команды для оси Z (измерительная ось) в команде G37.

(5) Задержка и разброс срабатывания сигнала от датчика касания будут находиться в пределах от 0 до 0.2мс. В результате образуется погрешность измерения, указанная ниже. Макс. погрешность измерения [мм] = скорость измерения [мм/мин] * 1/60 * 0.2 [мс]/1000

(6) Координаты позиции станка в этой точке времени считываются путем определения сигнала датчика. Станок проходит некоторое лишнее расстояние (перебег) и останавливается в позиции, соответствующей отклонению сервопривода. Макс. перебег [мм] = скорость измерения [мм/мин] * 1/60 * 1 / усиление контура позиционирования [1/c] Стандартное усиление контура позиционирования равно 33 (1/c).

Пример операции

Для нового измерения



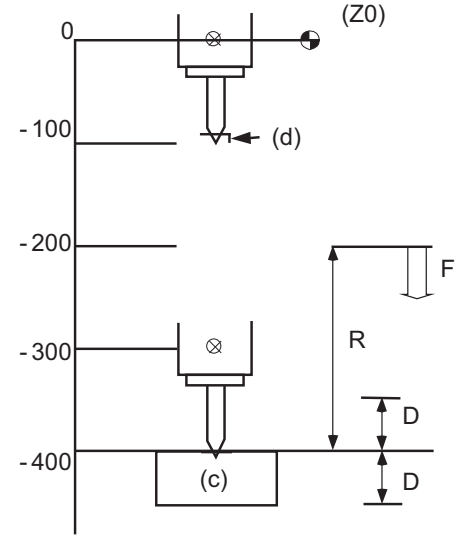

```
G28 Z0;
T01;
M06 T02;
G90 G00 G43 Z0 H01;
G37 Z-400 R200 D150 F1;
```

Значение координаты при достижении позиции измерения = -300.
-300.-(-400.) =100.
0+100. =100. H01 =100.

(a) длина инструмента
(b) величина движения для измерения длины инструмента
(c) измерительное устройство

(Примечание)Если текущая величина компенсации длины инструмента равна нулю, применяется новое измерение. Таким образом, длина компенсируется вне зависимости от того, подразделяется ли размер длины на тип "память компенсации инструмента" и тип "износ длины".

Если применяется компенсация инструмента




```
G28 Z0;
T01;
M06 T02;
G43 G00 Z0 H01;
G37 Z-400. R200. D50. F10;
```

Значение координаты при достижении позиции измерения = -305 .
-305.-(400.) =95.
Таким образом, H01 =95.

(c) измерительное устройство
(d) величина износа

(Примечание)Измерение для величины износа применяется, если текущая величина компенсации длины инструмента не равна нулю. Таким образом, износ длины компенсируется, если размер по длине подразделяется на тип "память компенсации инструмента" и тип "износ длины". Если такого подразделения нет, компенсируется размер по длине.

Указания

(1) Если команда G37 задана, однако функция автоматического измерения длины инструмента не возможна, возникает ошибка программы (P600).
(2) Если в кадре с командой G37 не указана ось или указаны две или более оси, возникает ошибка программы (P604).
(3) Если в кадре G37 задается H-код, возникает ошибка программы (P605).
(4) Если в команде перед кадром G37 не задан код G43_H, возникает ошибка программы (P606).
(5) Если поступивший сигнал датчика находится вне допустимого измерительного диапазона или сигнал датчика не обнаружен даже при достижении конечной точки, возникает ошибка программы (P607).
(6) Если во время движения инструмента на скорости измерения применено ручное прерывание, необходимо выполнить возврат в позицию перед прерыванием, а затем возобновить работу.
(7) Данные, заданные в G37 или в параметрах, должны удовлетворять следующим условиям: | Начальная точка − Точка измерения | > R-команда или параметр r > D-команда или параметр d
(8) Если адрес D и параметр d в (7) (см. выше) равны нулю, то операция завершается нормально только в случае, если заданная в команде точка измерения совпадает с точкой обнаружения сигнала датчика. В противном случае возникает ошибка программы (P607).
(9) Если все адреса R и D, а также параметры r и d в (7), см. выше, равны нулю, то ошибка программы (P607) возникает вне зависимости от того, имеется ли сигнал датчика после позиционирования инструмента в заданной точке измерения.
(10) Если допустимый диапазон измерения больше расстояния команды измерения, этот диапазон становится допустимым диапазоном измерения для всех осей.
(11) Если расстояние движения на скорости измерения больше расстояния команды измерения, то все оси движутся на скорости измерения.
(12) Если допустимый диапазон измерения больше расстояния движения на скорости измерения, то в допустимом диапазоне измерения ось движется на скорости измерения.
(13) Команда автоматического измерения длины инструмента (G37) должна быть задана вместе с командой G43H_, которая указывает номер смещения
G43 H_;
G37 Z_ R_ D_ F_;

15.2 Функция пропуска ; G31

Принцип действия и назначение

Если во время линейной интерполяции, основанной на команде G31, извне поступил сигнал пропуска, движение подачи станка сразу прекращается, считывается значение координаты, остающееся расстояние стирается и выполняется команда в следующем кадре.

Формат команды

G31 X__ Y__ Z__ α__ F__ ;

X,Y,Z,α	Координаты осей, задаваемые в абсолютном или инкрементном виде в соответствии с модальным режимом задания G90/G91. α является дополнительной осью.
F	скорость подачи (мм/мин)

Подробное описание

(1) Если в одном и том же кадре с командой G31 указана скорость подачи Ff, то применяется командная подача f. Если скорость подачи в команде не задана, применяется значение, установленное в параметре "#1174 Skip_F". В любом случае модальное значение F не будет обновляться.

(2) Автоматическое ускорение и замедление не будет выполняться в кадре G31. Максимальная скорость G31 зависит от спецификаций станка.

(3) В результате команды G31 подмена становится недействительной и происходит фиксация на 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 − ее требуется задавать каждый раз.

(5) Если при запуске команды G31 поступила команда пропуска, команда G31 сразу завершается. Если до завершения кадра G31 сигнал пропуска не поступил, команда G31 также будет завершена после завершения команд движения.

(6) Если команда G31 задана во время компенсации радиуса инструмента, возникает ошибка программы (P608).

(7) Если в команде G31 нет F-команды и параметр скорости тоже равен нулю, возникает ошибка программы (P603).

(8) При блокировке станка или включении выключателя отмены оси Z, если в команде задана только ось Z, сигнал пропуска игнорируется и выполнение продолжается до конца кадра.

Считывание координат пропуска

Координаты позиций, в которых поступил сигнал пропуска, сохраняются в системных переменных от #5061 (1-я ось) до #506n (n-ная ось). Впоследствии эти данные можно использовать в пользовательских макросах.

```
:
G90 G00  X-100.  ;
G31 X-200.  F60  ;      (команда пропуска)
#101=#5061 ;            Позиция координаты при поступлении сигнала пропуска (в системе координат детали)
                        считывается в #101.
:
```

(Примечание)Если параметр "#1366 skipExTyp" установлен на "1", то координата пропуска будет равна "0", даже если команда G31 задана в первой частичной системе или только в одной из нескольких частичных систем.

Выбег после команды G31

Величина выбега с момента поступления сигнала пропуска во время команды G31 и до остановки станка различается в зависимости от параметра "#1174 skip_F" или F-команды в G31.
Замедление и останов начинаются уже через короткое время после реакции на сигнал пропуска, поэтому возможен точный останов станка с небольшим выбегом. Величина пути торможения может быть рассчитана по следующей формуле.

$$\delta 0 = \frac{F}{60} \times Tp + \frac{F}{60} \times (t1 \pm t2)$$

$$= \underbrace{\frac{F}{60} \times (Tp+t1)}_{\delta 1} \underbrace{\pm \frac{F}{60} \times t2}_{\delta 2}$$

δ0 : Величина выбега (мм)

F : Скорость пропуска G31 (мм/мин)

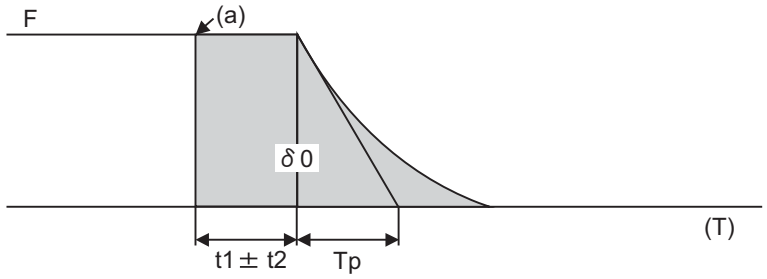
Tp : Постоянная времени контура позиционирования (с) = (усиление контура позиционирования)$^{-1}$

t1 : Время задержки реагирования (с) = (время между обнаружением сигнала пропуска и его поступлением в контроллер через PC)

t2 : Погрешность времени реагирования 0.001 (с)

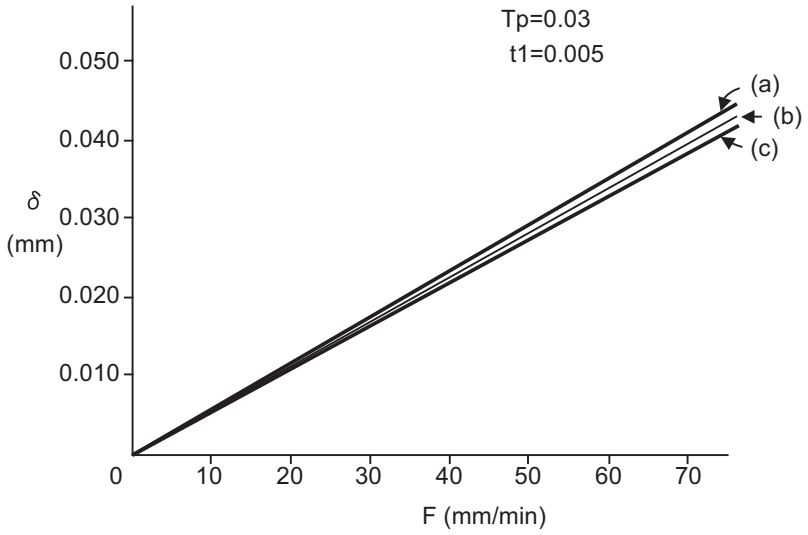
Если для расчета используется G31, то значение, рассчитанное в члене δ1 вышеприведенного уравнения, можно скомпенсировать, однако член δ2 вызывает ошибку вычислений.

Ниже изображена диаграмма останова с подачей входного сигнала пропуска.



(a) поступление сигнала пропуска
(T) время

Зависимость величины пути торможения от скорости при Tp, равном 30мс, и t1, равном 5мс, показана на рисунке.



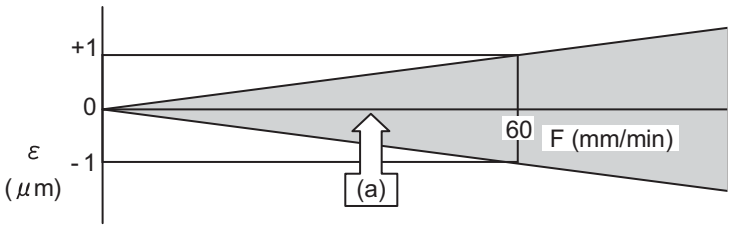
(a) максимальное значение
(b) среднее значение
(c) минимальное значение
F: скорость подачи
δ: величина выбега

Ошибка считывания координат пропуска, мм

(1) Считывание координаты при поступлении сигнала пропуска
Величина выбега, обусловленного постоянной времени контура позиционирования Tp и постоянной времени подачи резания Ts, в значениях координат при поступлении сигнала пропуска не учитывается. Поэтому значения координат детали в момент поступления сигнала пропуска можно считать в пределах диапазона ошибки по следующей формуле. Путь, определяемый задержкой реагирования t1, приводит к возникновению ошибки измерения, которую нужно учитывать.

$\varepsilon = \pm (F/60) * t2$

ε : ошибка считывания
F : скорость подачи
t2 : погрешность времени реагирования 0.001 (c)
(a) измеренное значение



Ошибка считывания координат при поступлении сигнала пропуска
При скорости подачи 60 мм/мин ошибка считывания вычисляется по нижеприведенной формуле. Таким образом, результат измерения находится в пределах диапазона ошибки считывания ±1 мкм:
$\varepsilon = \pm (60/60) * 0.001 = \pm 0.001$ (мм)

(2) Считывание других координат
Считываемые значения координат включают в себя величину выбега. Поэтому если нужны значения координат в момент поступления входного сигнала пропуска, см. раздел, посвященный величине выбега команды G31 для компенсации значения координат. Как и в случае (1), величина пути, определяемая временем t2, не может быть рассчитана, что приводит к возникновению погрешности измерения.

Примеры компенсации выбега

(1) Компенсация для координат при поступлении сигнала пропуска

```
:
G31 X100.F100 ;          Команда пропуска
G04;                     Проверка останова станка
#101=#5061 ;             Считывание координат точки измерения
#102=#110*#111/60 ;      Выбег, обусловленный временем задержки реакции
#105=#101-#102 ;         Координаты поступления сигнала пропуска
:
```

#110 = скорость подачи при пропуске: #111 = время задержки реакции t1;

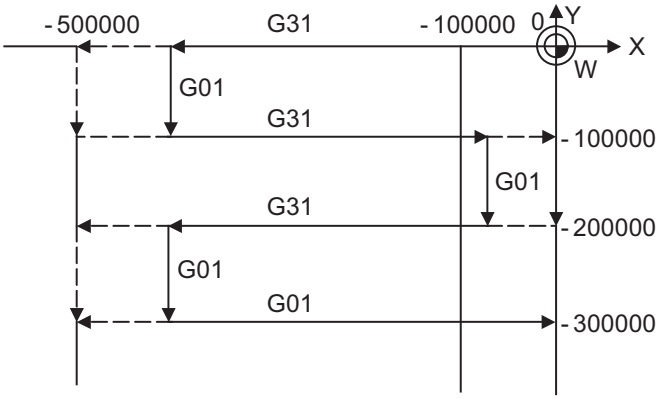
(2) компенсация для координат детали

```
:
G31 X100.F100 ;          Команда пропуска
G04;                     Проверка останова станка
#101=#5061 ;             Считывание координат точки измерения
#102=#110*#111/60 ;      Выбег, обусловленный временем задержки реакции
#103=#110*#112/60 ;      Выбег, обусловленный постоянной времени контура
                         позиционирования
#105=#101-#102-#103 ;    Координаты при поступлении сигнала пропуска
:
```

#110 = скорость подачи при пропуске; #111 = время задержки реакции t1; #112 = постоянная времени контура позиционирования Tp;

Пример операции

```
G90  G00  X-100000 Y0;
     G31  X-500000 F100;
     G01  Y-100000;
     G31  X-0 F100;
          Y-200000;
     G31  X-50000 F100;
          Y-300000;
          X0
```



15.3 Многошаговая функция пропуска 1 ; G31.n ,G04

Принцип действия и назначение

Создавая комбинации из сигналов измерения (skip signal), можно задать функцию измерения при разных условиях. Фактическая операция пропуска эквивалентна команде 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

G31.1 X__ Y__ Z__ α__ F__ ;

X,Y,Z,α	Целевые координаты
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.

Подробное описание

(1) Скорость подачи G31.1 соответствует настройке параметра "#1176 skip1f", скорость подачи G31.2 соответствует "#1178 skip2f", скорость подачи G31.3 соответствует "#1180 skip3f", а скорость подачи G04 соответствует "#1173 dwlskp".
(2) Команда выполняется, если она соответствует заданной комбинации сигналов измерения (skip signal).
(3) Скорости подачи, соответствующие командам G31.1, G31.2 и G31.3, можно настроить с помощью параметров.
(4) Условия выполнения команд G31.1, G31.2, G31.3 и G04 (логическая сумма заданных сигналов), задаются через параметры.

Настройка параметра	Действительный сигнал пропуска		
	1	2	3
1	○		
2		○	
3	○	○	
4			○
5	○		○
6		○	○
7	○	○	○

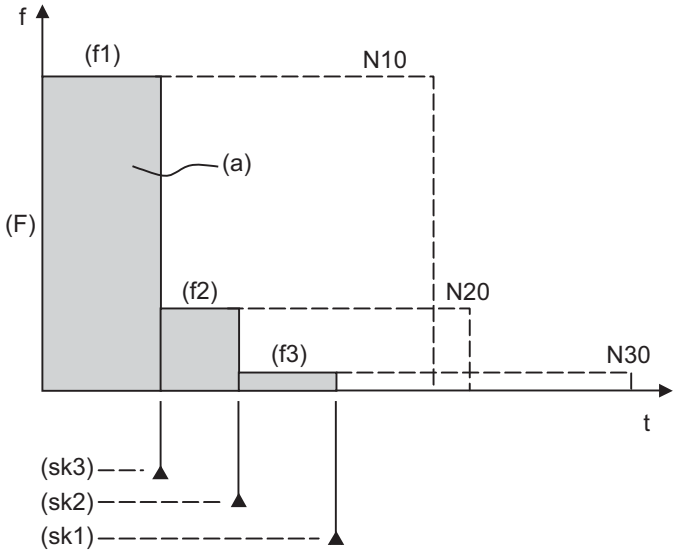
(5) Другие команды работают так же как команда G31 (функция пропуска).

Пример операции

(1) Многошаговая функция пропуска позволяет осуществлять следующее управление, повышая точность измерения и сокращая время измерения.

[Настройки параметров]
Условие пропуска Скорость пропуска
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 ;



(a) расстояние измерения
(F) скорость пропуска
(sk1) поступление сигнала пропуска 1
(sk2) поступление сигнала пропуска 2
(sk3) поступление сигнала пропуска 3

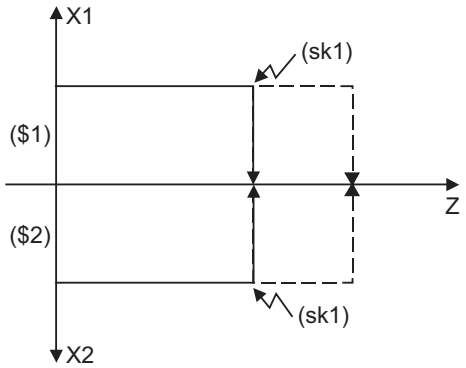
(Примечания 1)Если сигнал измерения 1 поступает перед сигналом измерения 2 во время операции, показанной выше, то N20 выполняется в этой точке, а N30 игнорируется.

(2) Если появилась комбинация сигналов, заданная для G04 (выдержка времени), остаток выдержки времени отменяется, после чего выполняется следующий кадр.

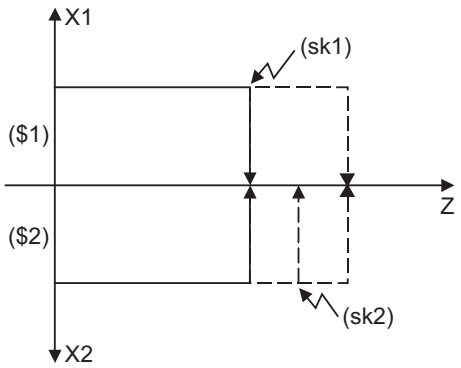
15.4 Многошаговая функция пропуска 2 ; G31 P

Принцип действия и назначение

Во время линейной интерполяции по команде пропуска (G31), операция может быть пропущена в соответствии с условиями, установленными в параметре сигнала пропуска Pp.
Если многошаговые команды пропуска заданы одновременно в различных частичных системах, как это показано на левой иллюстрации, то обе частичные системы выполняют операцию пропуска одновременно, если входные сигналы пропуска одинаковы, или выполняют ее раздельно, если входные сигналы пропуска различаются, как это показано на правой иллюстрации. Операция пропуска соответствует обычной команде пропуска (G31 без P-команды).



[Одни и те же входные сигналы пропуска в обеих частичных системах − первой и второй]



[Различные входные сигналы пропуска в 1-й и 2-й частичной системе]

($1) 1-я частичная система
($2) 2-я частичная система
(sk1) сигнал пропуска 1
(sk2) сигнал пропуска 2

Формат команды

G31 X__ Y__ Z__ α__ P__ F__ ;

X Y Z α	Целевые координаты
P	Команда сигнала пропуска
F	Скорость подачи (мм/мин)

Подробное описание

(1) Скорость пропуска указывается командой программы или параметром. Следует учитывать, что обновление модального значения F не производится.

(2) Сигнал пропуска указан командой сигнала пропуска p. Диапазон команды "p": от 1 до 255. При указании значения вне диапазона возникает ошибка программы (P35).

Команда сигнала пропуска P	Действительный сигнал пропуска							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1								○
2							○	
3							○	○
4						○		
5						○		○
6						○	○	
7						○	○	○
8					○			
: : :								
253	○	○	○	○	○	○		○
254	○	○	○	○	○	○	○	
255	○	○	○	○	○	○	○	○

(3) Команда на выполнение функции измерения является логической суммой сигналов измерения (skip signal) .
(Пример) G31 X100. P5 F100 ;
Если поступает сигнал пропуска 1 или 3, операция пропускается.

(4) Если параметр сигнала пропуска Pp не указан, то действует функция пропуска (G31), а не многошаговая функция пропуска. Если параметр скорости Ff не указан, то применяется скорость пропуска, настроенная параметром "#1174 skip_F".

[Сопоставление пропуска и многошагового пропуска]

Спецификации пропуска	×		○	
	Условие	Скорость	Условие	Скорость
G31 X100 ; (без P и F)	Ошибка программы (P601)		Пропуск 1	#1174 skip_F
G31 X100 P5 ; (без F)	Ошибка программы (P602)		Значение команды	#1174 skip_F
G31 X100 F100 ; (без P)	Ошибка программы (P601)		Пропуск 1	Значение команды
G31 X100 P5 F100 ;	Ошибка программы (P602)		Значение команды	Значение команды

(5) Если спецификация пропуска действует и в качестве адреса оси указан P, приоритет имеет параметр сигнала пропуска P. Адрес оси "P" игнорируется.
(Пример) G31 X100. P500 F100 ;
Это интерпретируется в качестве сигнала пропуска. (Возникает ошибка программы (P35).)

(6) В остальном см. подробное описание в разделе "Функции пропуска; G31".

15.5 Пропуск с изменением скорости ; G31 Fn

Принцип действия и назначение

Если во время линейной интерполяции по команде пропуска (G31) распознан сигнал пропуска, скорость подачи изменяется.

Формат команды

G31 X__ Y__ Z__ α__ F__ F1 = __ ... Fn = __ ; ("n" является сигналом пропуска 1...8) ... Команда пропуска

X,Y,Z,α	Целевые координаты
F	Скорость подачи при запуске подачи резания (мм/мин)
Fn=	Скорость подачи после обнаружения сигнала пропуска (мм/мин) Fn = 0 : Останов движения Fn ≠ 0 : Изменение скорости подачи на fn F1 = скорость подачи после поступления сигнала пропуска 1 : F8 = скорость подачи после поступления сигнала пропуска 8

Подробное описание

(1) Если задана команда сигнала пропуска, для которой скорость подачи fn ≠ 0, скорость заменяется командной скоростью, соответствующей сигналу пропуска.

(2) Если задана команда сигнала пропуска, для которой скорость подачи fn = 0, движение прекращается. Постоянная времени ускорения/замедления при остановке соответствует не постоянной времени измерения, а обычной команде измерения G31.
После останова движения остающиеся команды движения отменяются и выполняется следующий кадр.

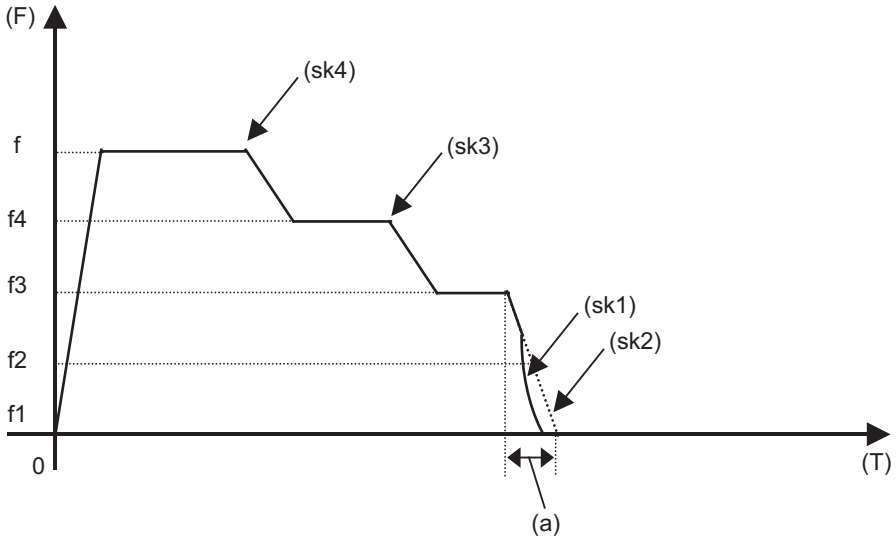
(3) Если до завершения кадра G31 сигнал пропуска не поступил, команда G31 также будет завершена после завершения команд движения.

(4) Если возврат при пропуске активирован, то после останова движения выполняется операция возврата по сигналу пропуска.

(5) Даже если действует команда G1 "ускорение/замедление постоянной крутизны" (#1201 G1_acc), операцией ускорения и замедления на основе постоянной времени будет пропуск изменения скорости.

(6) Если команда скорости подачи (Fn =fn) после поступления сигнала пропуска не указана, применяется обычная операция пропуска G31.

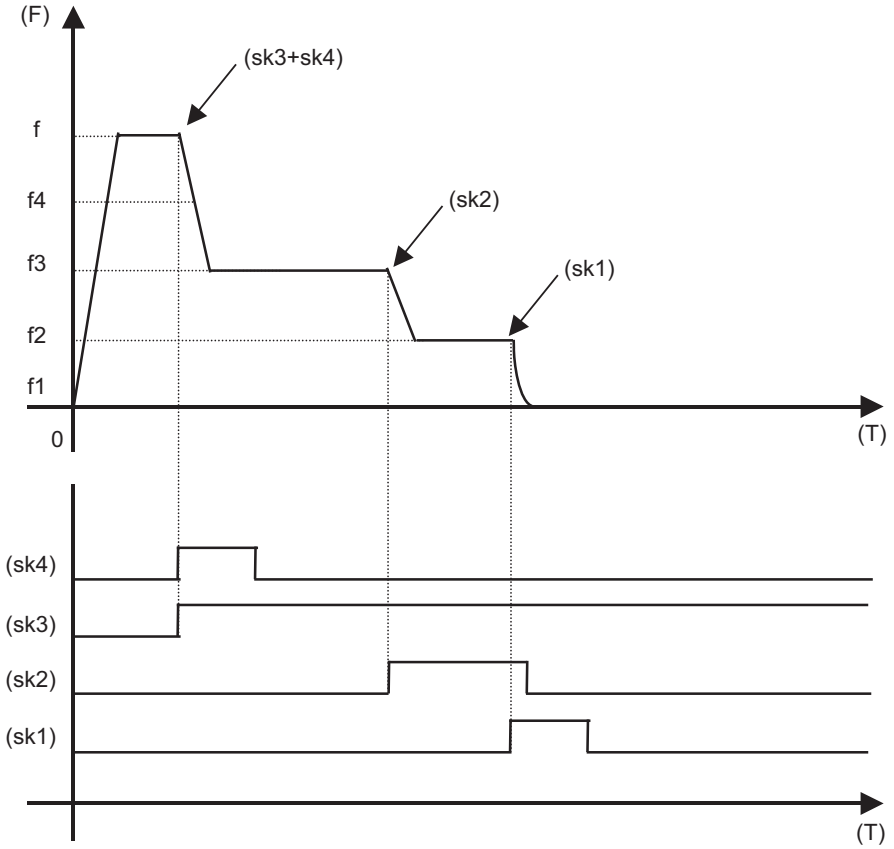
(7) Если сигнал измерения поступит во время выполнения замедления в конце команды перемещения, то переключение скорости будет игнорировано.



(a) участок замедления при завершении команды движения
(F) скорость (T) время
(sk1) сигнал пропуска 1 (останов движения): Действительно
(sk2) сигнал пропуска 2 (изменение скорости) : Недействительно
(sk3) сигнал пропуска 3
(sk4) сигнал пропуска 4

(8) Если не задана команда скорости подачи, сигнал пропуска в программе игнорируется.

(9) Переключение скорости или останов движения выполняется при детектировании переднего фронта сигнала измерения. Учитывайте, что если нарастающие фронты различных сигналов поступают с интервалом 3,5 мс или менее, они могут интерпретироваться как один входной сигнал. Если они сочтены одним сигналом, то используется меньшее значение.



(F) скорость (T) время
(sk1) сигнал пропуска 1
(sk2) сигнал пропуска 2
(sk3) сигнал пропуска 3
(sk4) сигнал пропуска 4
(sk3+sk4) сигнал пропуска 3 + сигнал пропуска 4

(10) Если кадр G31 запущен при поступлении сигнала пропуска, то считается, что этот сигнал возник в одно и то же время с запуском кадра.

(11) Если сигналы пропуска для изменения скорости и останова движения поступили одновременно, сигнал пропуска для останова движения действует вне зависимости 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»

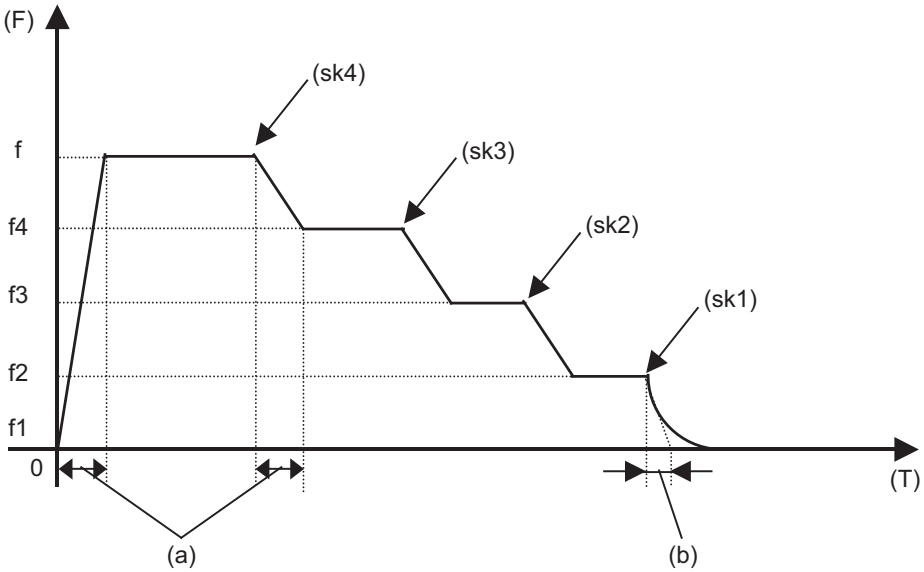
(13) В остальном см. подробное описание в разделе "Функции пропуска; G31".

Пример операции

Пример программы

```
G31 X100. Ff F1=0 F2=f2 F3=f3 F4=f4 ;
```

Операция



(a) константа сигнала пропуска

(b) постоянная времени контура позиционирования

(F) скорость

(T) время

(sk1) сигнал пропуска 1

(sk2) сигнал пропуска 2

(sk3) сигнал пропуска 3

(sk4) сигнал пропуска 4

15.6 Программируемое ограничение тока ; G10 L14 ;

Принцип действия и назначение

Эта функция позволяет из программы заменять текущее предельное значение сервооси на требуемое значение и используется для останавливателя детали подобных устройств.
Задаваемое в команде предельное значение указывается как отношение предельного тока к номинальному току.

Формат команды

G10 L14 Xn ;

L14	Настройка предельного значения тока (сторона + / сторона -)
X	Адрес оси
n	Диапазон настройки предельного значения тока (%): от 1 до 999

Указания

(1) Если достигнут предел тока, когда он действителен, то выдается сигнал о достижении предела тока.

(2) В качестве режима после достижения предельного тока можно использовать следующие два режима с внешними сигналами. Внешний сигнал определяет, какой из режимов будет применен.

[Обычный режим]
Команда движения выполняется в текущем состоянии.
Во время автоматической работы команда движения выполняется до конца, а затем происходит переход к следующему кадру с накопленными отклонениями.

[Режим блокировки]
Если возникают отклонения, происходит переход в состояние внутренней блокировки и следующее движение не выполняется.
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) Отклонение позиции, вызванное предельным током, можно отменить путем отмены внешнего сигнала переключения предельного 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 ; Предельное значение тока устанавливается на 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».

15.7 Проверка движения перед движением ; G22/G23

Принцип действия и назначение

Подав из программы команду граничных координат в системе координат станка, можно запретить движение станка за эти границы. Это возможно только для трех базовых осей.
В отличие от обычной функции сохраненного предела хода, которая останавливает ось перед входом в запретную зону, эта функция вызывает ошибку программы перед переходом к кадру с командой, превышающей разрешенную зону движения.

Формат команды

G22 X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ ; ... Включение проверки хода перед перемещением

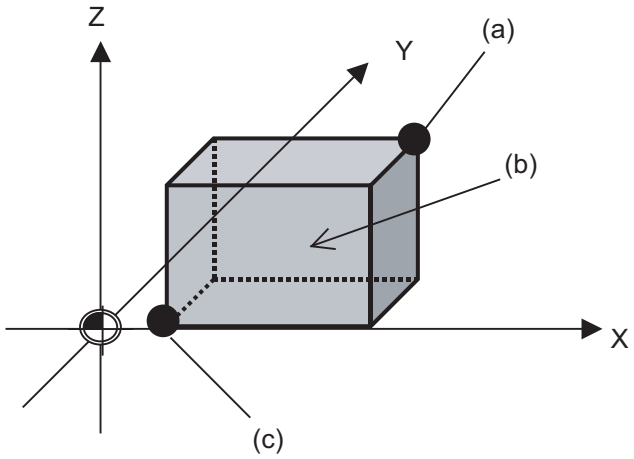
G23 ; ... Отмена проверки хода перед перемещением

G22	Включение проверки хода перед перемещением
G23	Отмена проверки хода перед перемещением
X Y Z	Координаты верхней точки (название базовой оси и координата ее позиции)
I J K	Координаты нижней точки (адрес I, J, K и координата его позиции)

(Примечание)В следующем формате команды базовыми осями являются X, Y и Z. Если название базовой оси отличается, в команде адреса с координатами верхней позиции указывайте название базовой оси.

Подробное описание

(1) Внутренняя область между границами, заданными в виде координаты верхней позиции и координаты нижней позиции, является запретной зоной.
(2) Если команда опущена, адрес интерпретируется как "0".
(3) Зона, указанная этой функцией, отличается от зоны, определяемой сохраненным пределом хода. Однако зона, указанная обеими функциями, определяет разрешенную зону движения.



Верхняя и нижняя точка задаются в системе координат станка.

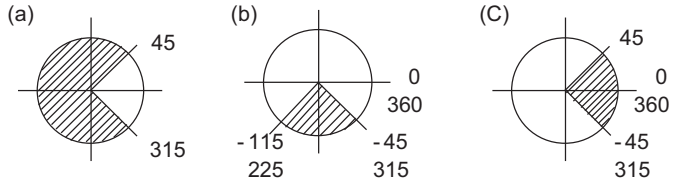
(a) указанная координата верхней точки
(b) запретная зона
(c) указанная координата нижней точки

(Примечание)Верхняя и нижняя точка задаются в системе координат станка.

Указания

(1) Эта функция действует только при запуске автоматической операции. Если она прервана с выключенным ручным абсолютным заданием, запретная зона также смещается на величину, заданную при прерывании.
(2) Если начальная или конечная точка находится в запретной зоне, возникает ошибка.
(3) Проверка хода не выполняется для осей, для которых настроены одинаковые координаты верхней и нижней точки.
(4) Проверка хода выполняется на основе координат центра инструмента.
(5) Если задана команда G23X_Y_Z_; и т. п., она интерпретируется как G23;X_Y_Z; (2 кадра). Таким образом, проверка движения перед движением отменяется, а затем движение выполняется на основе предыдущей модальной команды движения.
(6) Во время автоматического возврата в референтную позицию проверка не выполняется на участке от промежуточной точки до референтной позиции. При команде G29 проверка не выполняется для движения от начальной точки до промежуточной точки.
(7) Если имеется адрес, не используемый в одном кадре, возникает ошибка программы.
(8) Если в качестве базовой оси установлена поворотная ось вращательного типа, запретная зона преобразуется в зону от 0° до 360° аналогично команде движения. Если настройка превышает "0°", то проверяемой зоной является сторона, содержащая "0°".

(Пример)	
(a) G22 Z45. K315.	Зона проверки движения 45. < = Z < = 315.
(b) G22 Z-115. K-45.	Зона проверки движения 225. < = Z < = 315.
(c) G22 Z45. K-45.	Зона проверки движения 0. < = Z < =45., 315. < = Z < = 360.



Затененная зона: Зона проверки

Приложение 1

Ошибки программы

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.

P10 No. of simultaneous axes over

Подробное описание

Количество адресов указанных в кадре осей превышает спецификации.

Способ устранения

- Разделите команду кадра, вызвавшего сигнализацию, на два кадра.
- Проверьте спецификации.

P11 Illegal axis address

Подробное описание

Адрес оси, указанный в команде программы, не соответствует ни одному адресу, указанному в параметре.

Способ устранения

- Исправьте названия осей в программе.

P20 Division error

Подробное описание

Поданную команду оси невозможно разделить на единицу измерения для команд.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P29 Not accept command

Подробное описание

Команда подана в момент, когда она не возможна.

- Команда управления нормалью (G40.1, G41.1, G42.1) подана во время действия модальной команды, при которой управление нормалью является недопустимым.
- Команда подана во время модальной команды, при которой синхронное нарезание резьбы в двухчастной системе является недопустимым.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P30 Parity H error

Подробное описание

Количество отверстий для символа на перфоленте является четным для EIA кода и нечетным для ISO кода.

Способ устранения

- Проверьте бумажную ленту.
- Проверьте перфоратор и считыватель ленты.

P31 Parity V error

Подробное описание

Нечетное количество символов в кадре на перфоленте.

Способ устранения

- Сделайте количество знаков на один кадр на перфоленте четным.
- Установите параметр "Выбор четности V" в выключенное состояние.

P32 Illegal address

Подробное описание

Использован не допустимый адрес (не указанный в параметрах).

Способ устранения

- Исправьте адрес программы.
- Откорректируйте настройки параметров.
- Проверьте спецификации.

P33 Format error

Подробное описание

Формат команды в программе является некорректным.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P34 Illegal G code

Подробное описание

G-код в команде не отвечает спецификациям. Недопустимая команда G задана в режиме вращения координат (G68).

Способ устранения

- Откорректируйте адрес G-кода в программе.

Подробное описание

При настройке параметра "#1501 polyax (номер оси вращательного инструмента)" на "0" задана команда G51.2 или G50.2. При настройке оси инструмента на линейную ось (параметр "#1017 rot (поворотная ось)" установлен на "0") задана команда G51.2 или G50.2.

Способ устранения

- Откорректируйте настройки параметров.

P35 Setting value range over

Подробное описание

Превышен диапазон задания для адреса.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P36 Program end error

Подробное описание

"EOR" было считано во время режима TAPE или MEMORY.

Способ устранения

- Вставьте команду M02 и M30 в конце программы.
- Вставьте команду M99 в конце подпрограммы.

P37 O, N number zero

Подробное описание

В качестве номера программы или номера последовательности указан "0".

Способ устранения

- Присвойте номера программ в диапазоне от 1 до 99999999.
- Присвойте номера последовательностей в диапазоне от 1 до 99999.

P38 No spec: Add. Op block skip

Подробное описание

Задана команда "/n", хотя вставление пропуска опционального кадра не предусмотрено спецификациями.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P39 No specifications

Подробное описание

- Задана команда G-кода, которой нет в спецификациях.
- Выбранный режим не отвечает спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P48 Restart pos return incomplete

Подробное описание

Команда перемещения задана до выполнения кадра, поиск которого осуществлялся для перезапуска.

Способ устранения

- Выполните перезапуск программы еще раз. Команда перемещения не может быть выполнена до выполнения кадра, поиск которого осуществлялся для перезапуска.

P49 Invalid restart search

Подробное описание

- Сделана попытка возобновления поиска для трехмерной круговой интерполяции.
- Сделана попытка возобновления поиска для команды смешанного управления (управления перекрещивающимися осями) (G110).
- Сделана попытка возобновления поиска во время цилиндрической интерполяции, круговой интерполяции или управления центром вершины инструмента.
- Сделана попытка возобновления поиска кадра (G68.2) во время режима обработки наклонной поверхности или во время команды отмены режима обработки наклонной поверхности (G69).

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Откорректируйте позицию поиска перезапуска.

P50 No spec: Inch/Metric change

Подробное описание

Задана команда переключения между дюймами и метрическими единицами (G20/G21), хотя эта функция не отвечает спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P60 Compensation length over

Подробное описание

В команде указано чрезмерное расстояние движения (более 2^{31}).

Способ устранения

- Откорректируйте диапазон команды для адреса оси.

P61 No spec: Unidirectional posit.

Подробное описание

Задана команда однонаправленного позиционирования (G60), хотя эта функция не отвечает спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P62 No F command

Подробное описание

- Не задана команда скорости подачи.
- Нет команды F в цилиндрической или круговой интерполяции сразу после подачи команды режима G95.

Способ устранения

- По умолчанию модальной командой движения, активируемой при включении питания, является команда G01. Возможно перемещение без задания G01, при этом возникает аварийное сообщение. Задайте величину подачи через команду F.
- Вместе с командой хода резьбы укажите F.

P63 No spec: High-speed machining

Подробное описание

Задана команда отмены высокоскоростной обработки (G5P0), хотя высокоскоростная обработка не отвечает спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P65 No spec: High speed mode 3

Подробное описание

Способ устранения

- Проверьте, предоставлены ли спецификации для высокоскоростного режима III.

P70 Arc end point deviation large

Подробное описание

- Ошибка в начальной, конечной и центральной точке дуги.
- Большая разность эвольвент, проходящих через начальную и конечную точку.
- Если задана команда дуги, то одной из двух осей, образующих плоскость дуги, была ось, в отношении которой активировано масштабирование.

Способ устранения

- Исправьте числовые значения адресов, указывающие начальные и конечные точки, центр дуги и радиус в программе.
- Исправьте направления "+" и "−" числовых значений адреса.
- Выясните, для какой оси активировано масштабирование.

P71 Arc center error

Подробное описание

- При круговой интерполяции, указанной с помощью R, не может быть получен центр дуги.
- Не удается получить центр кривизны эвольвенты.

Способ устранения

- Исправьте числовые значения адресов в программе.
- Откорректируйте начальные и конечные точки, если они расположены внутри базовой окружности для эвольвентной интерполяции. При выполнении компенсации радиуса инструмента убедитесь в том, что начальная и конечная точка после компенсации не будут находиться внутри базовой окружности для эвольвентной интерполяции.
- Откорректируйте начальные и конечные точки, если они расположены на равном расстоянии от центра базовой окружности для эвольвентной интерполяции.

P72 No spec: Herical cutting

Подробное описание

Задана винтовая команда, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте, предоставлены ли спецификации для винтовой резки.
- Задана команда оси 3 в рамках команды круговой интерполяции. Если винтовой спецификации не имеется, переместите линейную ось к следующему кадру.

P73 No spec: Spiral cutting

Подробное описание

Задана спиральная команда, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Подайте команды G02.1 и G03.1 для круговой интерполяции.
- Проверьте, предоставлены ли спецификации для спиральной резки.

P74 Can't calculate 3DIM arc

Подробное описание

Трехмерная окружность не может быть получена, так как в дополнительной модальной команде трехмерной круговой интерполяции не был указан конечный кадр. Трехмерная окружность не может быть получена из-за прерывания во время дополнительной модальной команды трехмерной круговой интерполяции.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P75 3DIM arc illegal

Подробное описание

Во время модальной команды трехмерной круговой интерполяции задан недействительный G-код. Или команда трехмерной круговой интерполяции задана во время действия модальной команды, не допускающей задания команды трехмерной круговой интерполяции.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P76 No spec: 3DIM arc interpolat

Подробное описание

Задана команда G02.4/G03.4, хотя в спецификации не предусмотрена трехмерная круговая интерполяция.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P80 No spec: Hypoth ax interpolat

Подробное описание

Задана команда интерполяции гипотетической оси (G07), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P90 No spec: Нарезание резьбы

Подробное описание

Задана команда нарезания резьбы, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P91 No spec: Var lead threading

Подробное описание

Задана команда нарезания резьбы с переменным ходом (G34), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P93 Illegal pitch vaule

Подробное описание

В команде нарезания резьбы указан недействительный ход (шаг) резьбы.

Способ устранения

- Откорректируйте ход (шаг) резьбы для команды нарезания резьбы.

P100 No spec: Cylindric interpolat

Подробное описание

Задана команда цилиндрической интерполяции, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P110 Plane select during figure rot

Подробное описание

Задан выбор плоскости (G17/G18/G19) во время вращения фигуры.

Способ устранения

- Откорректируйте программу станочной обработки.

P111 Plane selected while coord rot

Подробное описание

Команды выбора плоскости (G17, G18, G19) заданы во время действия команды вращения координат (G68).

Способ устранения

- Всегда подавайте команду G69 (отмена вращения координат) после команды G68, а затем подавайте команду выбора плоскости.

P112 Plane selected while R compen

Подробное описание

- Команды выбора плоскости (G17, G18, G19) заданы во время подачи команд компенсации радиуса инструмента (G41, G42) и компенсации R вершины (G41, G42, G46).
- Команды выбора плоскости заданы после завершения команд компенсации R вершины, если после G40 не имелось прочих команд движения оси и компенсация не была отменена.

Способ устранения

- Подавайте команды выбора плоскости после завершения команд компенсации радиуса инструмента и компенсации R вершины (команды движения оси подаются после команды отмены G40).

P113 Illegal plane select

Подробное описание

Ось круговой команды не соответствует выбранной плоскости.

Способ устранения

- Прежде чем подавать круговую команду, выберите правильную плоскость.

P120 No spec: Feed per rotation

Подробное описание

Задана команда подачи на оборот (G95), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P121 F0 command during arc modal

Подробное описание

Задана подача F0 (в формате F1 задания скорости подачи) в модальном режиме дуги (G02/G03).

Способ устранения

- Откорректируйте программу станочной обработки.

P122 No spec: Auto corner override

Подробное описание

Задана команда автоматической подмены для угла детали (G62), которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.
- Сотрите в программе команду G62.

P123 No spec: High-accuracy control

Подробное описание

Задана команда высокоточного управления, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P124 No spec: Inverse time feed

Подробное описание

- Опция подачи в функции, обратной времени, не предоставлена.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P125 G93 mode error

Подробное описание

- Поданная команда G-кода недействительна во время режима G93.
- Задана команда G93 во время действия модальной команды, при которой подача в функции, обратной времени, не возможна.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P126 Invalid cmnd in high-accuracy

Подробное описание

Недопустимая команда задана в режиме высокоточного управления:

- Команда G-кода группы 13 задана во время режима высокоточного управления.
- Во время режима высокоточного управления задана команда фрезерования, цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P127 No spec: SSS Control

Подробное описание

Установлен параметр, активирующий управление SSS, хотя в спецификации не предусмотрено управление SSS.

Способ устранения

- Проверьте спецификации. Если в спецификации не предусмотрено управление SSS, установите параметр "#8090 SSS ON" на "0".

P130 2nd M function code illegal

Подробное описание

Адрес 2-й вспомогательной функции, указанный в команде программы, отличается от адреса, настроенного в параметрах.

Способ устранения

- Исправьте адрес 2-й вспомогательной функции в программе.

P131 No spec: Cnst surface ctrl G96

Подробное описание

Задана команда управления постоянной скоростью резания (G96), хотя ее нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.
- Задайте команду скорости вращения (G97) вместо команды управления постоянной скоростью резания (G96).

P132 Spindle rotation speed S=0

Подробное описание

Нет команды скорости вращения шпинделя.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P133 Illegal P-No. G96

Подробное описание

Для оси управления постоянной скоростью резания указан недействительный номер.

Способ устранения

- Откорректируйте настройки параметров и программу, указывающие ось управления постоянной скоростью резания.

P134 G96 Clamp Err.

Подробное описание

Команда управления постоянной скоростью резания (G96) задана без подачи команды фиксации скорости шпинделя (G92/G50).

Способ устранения

Нажмите кнопку сброса и примите следующие меры.

- Проверьте программу.
- Перед командой G96 подайте команду G92/G50.
- Задайте команду отмены постоянной скорости резания (G97), чтобы переключиться на команду скорости вращения.

P140 No spec: Pos compen cmd

Подробное описание

Команда компенсации позиции (G45...G48) не отвечает спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P141 Pos compen during rotation

Подробное описание

Задана компенсация позиции во время вращения фигуры или вращения координат.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P142 Pos compen invalid arc

Подробное описание

Если задана команда дуги, выполнение компенсации позиции невозможно.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P150 No spec: Nose R compensation

Подробное описание

- Заданы команды компенсации радиуса инструмента (G41 и G42), не отвечающие спецификациям.
- Заданы команды компенсации R вершины (G41, G42, и G46), не отвечающие спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P151 Radius compen during arc mode

Подробное описание

Задана команда компенсации (G40, G41, G42, G43, G44 или G46) в модальной команде дуги (G02 или G03).

Способ устранения

- Вставьте линейную команду (G01) или команду быстрого хода (G00) в кадр команды компенсации или кадр отмены. (Задать модальный режим линейной интерполяции.)

P152 No intersection

Подробное описание

- При отработке кадра столкновения во время выполнения команды компенсации радиуса инструмента (G41 или G42) или компенсации R вершины (G41, G42 или G46) не удается определить точку пересечения после пропуска одного кадра.
- Расчет величины компенсации во время компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки (G41.2, G42.2) не возможен.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P153 Compensation interference

Подробное описание

Ошибка столкновения во время выполнения команды компенсации радиуса инструмента (G41 или G42) или компенсации R вершины (G41, G42 или G46).

Способ устранения

- Исправьте программу.

P154 No spec: 3D compensation

Подробное описание

Задана команда трехмерной компенсации, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P155 Fixed cyc exec during compen

Подробное описание

Задан постоянный цикл в режиме коррекции радиуса.

Способ устранения

- Задайте команду отмены компенсации радиуса (G40), чтобы отменить режим компенсации радиуса, активированный после подачи команды стандартного цикла.

P156 R compen direction not defined

Подробное описание

При запуске компенсации радиуса R вершины (G46) найден вектор смещения с неопределенным направлением компенсации.

Способ устранения

- Замените вектор вектором, имеющим определенное направление компенсации.
- Замените инструмент на инструмент с иным номером точки режущей кромки

P157 R compen direction changed

Подробное описание

Во время компенсации радиуса R вершины (G46) направление компенсации изменено на противоположное.

Способ устранения

- Замените эту G-команду командой, позволяющей противоположное направление компенсации (G00, G28, G30, G33 или G53).
- Замените инструмент на инструмент с иным номером точки режущей кромки
- Активируйте "#8106 G46 NO REV-ERR".

P158 Illegal tip point

Подробное описание

Во время компенсации радиуса R вершины (G46) обнаружен недействительный номер точки режущей кромки (вне диапазона 1..8).

Способ устранения

- Исправьте номер режущей кромки

P159 C-CMP REMAINS

Подробное описание

Задана одна из следующих команд, хотя компенсация не была отменена (величина компенсации продолжает действовать).

(1) автоматическая компенсация радиуса R вершины инструмента (G143)

(2) компенсация радиуса (G145)

(3) выбор плоскости (G17...G19)

(4) пропуск (G31 или G31.1/G31.2/G31.3)

(5) стандартный цикл сверления (G81...G89)

(6) комбинированный стандартный цикл II (G74...G76)

Способ устранения

- Прежде чем подавать команду, отмените компенсацию (указав величину компенсации "0").
- Перед кадром с командой, названной в пунктах (1)...(6), вставьте кадр движения G00.

P160 G53 CMP. ERR

Подробное описание

- Задана команда G53 во время компенсации R вершины (с помощью G41/G42/G46).
- Команда G53 задана в кадре, в котором изменен режим компенсации R вершины (G40/G41/G42/G46).
- Задана команда G53, в то время как величина компенсации R вершины не была стерта.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Если команда G53 подается после команды G40, то перед командой G53 переместите ось плоскости компенсации с помощью команды G00/G01/G02/G03.

P161 No spec: 5ax tool R compensate

Подробное описание

Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки отсутствует в спецификации.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P162 Disable Cmd in 5ax tool R comp

Подробное описание

Команда (G, T или др.) задана во время компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки, хотя во время компенсации она дезактивирована.

Способ устранения

- Отмените компенсацию радиуса инструмента для 5-осевой обработки.

P163 5 ax tool R comp is disable

Подробное описание

Команда компенсации радиуса инструмента для 5-осевой обработки задана в режиме, в котором эта команда дезактивирована.

Способ устранения

- Отмените режим, дезактивирующий команду.

P170 No offset number

Подробное описание

Не задана команда номера компенсации (DOO, TOO или HOO) при заданной команде компенсации радиуса (G41, G42, G43 или G46). Или номер компенсации превышает максимальное количество, допускаемое спецификациями.

Способ устранения

- Добавьте команду номера компенсации к кадру команд компенсации.
- Выясните возможное количество наборов для номеров компенсации инструмента и исправьте команду номера компенсации так, чтобы она находилась в пределах количества наборов.

P171 No spec:Comp input by prog G10

Подробное описание

Задана команда ввода данных компенсации с помощью программы (G10), хотя такой команды нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P172 G10 L number error

Подробное описание

Неправильный адрес команды G10.

Способ устранения

- Исправьте числовое значение адреса L в команде G10.

P173 G10 P number error

Подробное описание

Номер компенсации в команде G10 находится вне допустимого количества наборов в спецификациях.

Способ устранения

- Выясните возможное количество наборов для номеров компенсации инструмента и откорректируйте указанный адрес P так, чтобы он находился в пределах количества наборов.

P174 No spec:Comp input by prog G11

Подробное описание

Задана команда отмены ввода данных компенсации с помощью программы (G11), хотя в спецификациях не предусмотрен ввод данных компенсации с помощью программы.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P177 Tool life count active

Подробное описание

С помощью команды G10 сделана попытка регистрации данных управления сроком службы инструмента при включенном сигнале "Действует счет данных использования".

Способ устранения

- Данные управления сроком службы инструмента не могут быть зарегистрированы во время счета данных использования. Выключите сигнал "Действует счет данных использования".

P178 Tool life data entry over

Подробное описание

Количество групп регистрации, общее количество зарегистрированных инструментов или количество регистраций на группу превышает диапазон, указанный в спецификациях.

Способ устранения

- Откорректируйте число регистраций.

P179 Illegal group No.

Подробное описание

- При регистрации данных управления сроком службы инструмента с помощью G10 обнаружен дублирующийся номер группы.
- Во время команды T****99 указан не зарегистрированный номер группы.
- Команда M-кода, которая должна подаваться в виде одиночной команды, находится в одном кадре с другой командой M-кода.
- Команды M-кода, относящиеся к одной и той же группе, находятся в одном и том же кадре.

Способ устранения

- Регистрируйте данные срока службы инструмента только один раз для одной группы: Подача команды с дублирующимся номером группы не допускается.
- Исправьте номер группы

P180 No spec: Drilling cycle

Подробное описание

Задана команда стандартного цикла (G72 - G89), которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.
- Исправьте программу.

P181 No spindle command (Tap cycle)

Подробное описание

В команде синхронного нарезания резьбы метчиками не задана скорость вращения шпинделя (S).

Способ устранения

- Задайте команду скорости вращения шпинделя (S) при синхронном нарезании резьбы метчиками.
- Если параметр "#8125 Проверка S-кода в G84" установлен на "1", вставьте S-команду в том же кадре, в котором задана команда синхронного нарезания резьбы метчиками.

P182 Synchronous tap error

Подробное описание

- Соединение с блоком главного шпинделя не установлено.
- Сделана попытка синхронного нарезания резьбы метчиками с использованием шпинделя, не имеющего последовательного подключения в рамках многошпиндельного управления I.

Способ устранения

- Проверьте соединение с главным шпинделем.
- Убедитесь в том, что энкодер главного шпинделя существует.
- Установите параметр #3024 (sout) на "1".

P183 No pitch/thread number

Подробное описание

В цикле нарезания резьбы метчиком в рамках стандартного цикла для команды сверления не указан шаг резьбы или количество витков.

Способ устранения

- Укажите данные шага резьбы и количество витков с помощью команды F или E.

P184 Pitch/thread number error

Подробное описание

- В цикле нарезания резьбы метчиком в рамках стандартного цикла для команды сверления указан недействительный шаг резьбы или количество витков резьбы на дюйм.
- Слишком маленький шаг для такой скорости вращения шпинделя.
- Слишком большое количество витков для данной скорости вращения шпинделя.

Способ устранения

- Откорректируйте шаг или количество витков резьбы на дюйм.

P185 No spec: Sync tapping cycle

Подробное описание

Задана команда цикла синхронного нарезания резьбы метчиками (G84/G74), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P186 Illegal S cmnd in synchro tap

Подробное описание

Задана команда S в модальном режиме синхронного нарезания метчиком.

Способ устранения

- Прежде чем подавать команду S, отмените синхронное нарезание резьбы метчиками.

P190 No spec: Turning cycle

Подробное описание

Задана команда цикла токарной обработки, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификацию.
- Сотрите команду цикла токарной обработки.

P191 Taper length error

Подробное описание

В цикле токарной обработки указана недействительная длина конического участка.

Способ устранения

- Установите меньшую величину радиуса, чем величина хода оси в команде токарного цикла.

P192 Chamfering error

Подробное описание

Задание снятия фаски в цикле нарезания резьбы является некорректным.

Способ устранения

- Установите величину снятия фаски, не превышающую цикл.

P200 No spec: MRC cycle

Подробное описание

Задана команда комбинированного стандартного цикла токарной обработки I (G70...G73), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P201 Program error (MRC)

Подробное описание

- В подпрограмме, вызванной командой комбинированного стандартного цикла токарной обработки I, имеется как минимум одна из следующих команд: команда возврата в референтную позицию (G27, G28, G29, G30); команда нарезания резьбы (G33, G34); функция пропуска со стандартным циклом (G31, G31.n).
- В первом кадре движения программы конечной формы в комбинированном стандартном цикле токарной обработки I найдена команда дуги.

Способ устранения

- Сотрите команды G27, G28, G29, G30, G31, G33, G34, и G-коды стандартного цикла из подпрограммы, вызванной командами комбинированного стандартного цикла токарной обработки I (G70...G73).
- Сотрите команды G02 и G03 из первого кадра движения программы конечной формы в комбинированном стандартном цикле токарной обработки I.

P202 Block over (MRC)

Подробное описание

Количество кадров в программе формы для комбинированного стандартного цикла токарной обработки I превышает 50 или 200 (максимальное количество зависит от модели).

Способ устранения

- Установите количество кадров в программе формы, вызываемой командами комбинированного стандартного цикла токарной обработки I (G70...G73), на 50/200 или меньшее значение. (Максимальное количество различается в зависимости от модели).

P203 D cmnd figure error (MRC)

Подробное описание

При выполнении программы формы для комбинированного стандартного цикла токарной обработки I (G70...G73) не будет получена надлежащая форма.

Способ устранения

- Откорректируйте программу формы для комбинированного стандартного цикла токарной обработки I (G70...G73).

P204 E cmnd fixed cycle error

Подробное описание

Некорректное значение при задании смешанного постоянного цикла (G70 - G76).

Способ устранения

- Откорректируйте значение команды для комбинированного стандартного цикла токарной обработки (G70...G76).

P210 No spec: Pattern cycle

Подробное описание

Задана команда комбинированного стандартного цикла для токарной обработки II (G74 к G76), хотя ее нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P220 No spec: Special fixed cycle

Подробное описание

Не имеется специальных спецификаций стандартного цикла.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P221 No. of special fixed holes = 0

Подробное описание

В качестве числа отверстий в режиме специального стандартного цикла указан "0".

Способ устранения

- Исправьте программу.

P222 G36 angle error

Подробное описание

В команде G36 в качестве угловых интервалов указан "0".

Способ устранения

- Исправьте программу.

P223 G12/G13 radius error

Подробное описание

Значение радиуса, заданное в командах G12 или G13, меньше величины коррекции.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P224 No spec: Circular (G12/G13)

Подробное описание

Отсутствуют параметры круга.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P230 Subprogram nesting over

Подробное описание

Из подпрограммы сделано более 8 вызовов подпрограмм подряд.

- В программе на сервере данных найдена команда M198.
- Программа на карте IC вызвана более одного раза (программу на карте IC можно вызывать только один раз в одном вложении).

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы количество вызовов подпрограмм не превышало 8.

P231 No sequence No.

Подробное описание

Не присвоен номер последовательности, указанный в команде при возврате из подпрограммы или в переходе GOTO при вызове подпрограммы.

Способ устранения

- Укажите номера последовательностей в кадре вызова подпрограммы.

P232 No program No.

Подробное описание

- При вызове программы станочной обработки программа не найдена.
- Имя файла программы, зарегистрированное на карте IC, не соответствует номеру O.

Способ устранения

- Введите программу станочной обработки.
- Проверьте параметры места хранения подпрограммы.
- Убедитесь в том, что содержащее файл внешнее устройство (в том числе карта IC) установлено.

P235 Program editing

Подробное описание

Попытка выполнить команду из файла, открытого для редактирования.

Способ устранения

- Выполните программу еще раз после завершения редактирования программы.

P240 No spec: Variable commands

Подробное описание

Подана переменная команда (с #), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P241 No variable No.

Подробное описание

Номер заданной переменной превышает максимально допустимый номер.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.
- Исправьте количество переменных в программе

P242 = not defined at vrble set

Подробное описание

Знак "=" не был задан при определении переменной.

Способ устранения

- Вставьте знак "=" в определении переменной программы.

P243 Can't use variables

Подробное описание

Неверная переменная была задана в левой или правой части операционного выражения.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P244 Invalid set date or time

Подробное описание

Дата или время были заданы раньше, чем текущие дата и время в системных переменных (#3011, #3012).

Способ устранения

- Изменить дату или время невозможно.
- Исправьте программу.

P250 No spec: Figure rotation

Подробное описание

Задана команда вращения фигуры (M98 I_J_P_H_L_), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P251 Figure rotation overlapped

Подробное описание

Задано вращение фигуры во время вращения фигуры.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P252 Coord rotate in fig. rotation

Подробное описание

Задана команда вращения координат (G68, G69) во время вращения фигуры

Способ устранения

- Исправьте программу.

P260 No spec: Coordinates rotation

Подробное описание

Задана команда вращения координат, хотя ее нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P270 No spec: Макросы пользователя

Подробное описание

Задана команда указания макроса, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P271 No spec: Macro interrupt

Подробное описание

Задана команда прерывания макроса, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P272 NC and macro texts in a block

Подробное описание

В одном и том же кадре имеется исполняемый оператор и макрооператор.

Способ устранения

- Поместите исполняемый оператор и макрооператор в отдельных кадрах программы.

P273 Macro call nesting over

Подробное описание

Количество вложений вызова макроса превышает предел, установленный в спецификациях.

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы вызовы макросов не превышали предел, установленный в спецификациях.

P275 Macro argument over

Подробное описание

Превышено предельное количество наборов независимых переменных в переменной вызова макроса (тип II).

Способ устранения

- Исправьте программу.

P276 Illegal G67 command

Подробное описание

Задана команда G67, хотя не было модального режима команды G66.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Задайте команду G66 перед командой G67, которая является командой отмены вызова.

P277 Macro alarm message

Подробное описание

Аварийное сообщение задано в #3000.

Способ устранения

- См. сообщения для оператора на экране диагностики.
- См. руководство, предоставленное изготовителем станка.

P280 Brackets [ ] nesting over

Подробное описание

В одном кадре используются более пяти пар скобок "[" или "]".

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы количество скобок "[" или "]" было не больше пяти.

P281 Brackets [ ] not paired

Подробное описание

В одном кадре не совпадает количество скобок "[" и "]".

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы скобки "[" и "]" были правильно упорядочены по парам.

P282 Calculation impossible

Подробное описание

Некорректная арифметическая формула.

Способ устранения

- Исправьте формулу в программе.

P283 Divided by zero

Подробное описание

Знаменатель при делении равен нулю.

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы знаменатель дроби в формуле не был равен нулю.

P288 IF EXCESS

Подробное описание

Сделаны более десяти вложений оператора IF.

Способ устранения

Исправьте программу так, чтобы число вложений оператора IF не превышало десяти.

P289 IF-ENDIF MMC.

Подробное описание

Оператор IF не завершен оператором ENDIF. Имеется оператор THEN/ELSE, хотя нет оператора IF.

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы операторы IF завершались операторами ENDIF.
- Перед оператором THEN/ELSE вставьте оператор IF[условие].

P290 IF sentence error

Подробное описание

Ошибка в операторе "IF [<условие>]GOTO(".

Способ устранения

- Исправьте программу.

P291 WHILE sentence error

Подробное описание

Ошибка в операторе "WHILE[<условие>]DO(-END(".

Способ устранения

- Исправьте программу.

P292 SETVN sentence error

Подробное описание

Ошибка в операторе "SETVN(", если сделана настройка имени переменной.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Имя переменной в операторе SETVN должно иметь не больше 7 знаков.

P293 DO-END nesting over

Подробное описание

Количество уровней вложения DO-END в операторе "WHILE[<условие>]DO(-END(" превышает 27.

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы количество уровней вложения операторов DO-END не превышало 27.

P294 DO and END not paired

Подробное описание

Операторы DO и END не образуют пары.

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы операторы DO и END образовывали пары.

P295 WHILE/GOTO in tape

Подробное описание

Во время режима TAPE на ленте присутствует оператор WHILE или GOTO.

Способ устранения

- Вместо режима перфоленты, который не позволяет выполнять программы с операторами WHILE или GOTO, примените режим считывания программы из памяти.

P296 No address (macro)

Подробное описание

В макросе пользователя не задан требуемый адрес.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P297 Address-A error

Подробное описание

Макрос пользователя не использует адрес A в качестве переменной.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P298 G200-G202 cmnd in tape

Подробное описание

Во время режима перфоленты или режима MDI указан пользовательский макрос G200, G201 или G202.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P300 Variable name illegal

Подробное описание

Имена переменных заданы некорректно.

Способ устранения

- Исправьте имена переменных в программе.

P301 Variable name duplicated

Подробное описание

Обнаружено имя переменной, используемое дважды.

Способ устранения

- Исправьте программу так, чтобы не имелось дублирующихся имен.

P310 Not use GMSTB macro code

Подробное описание

Задан G-, M-, S-, T- или B-код макровызова во время постоянного цикла.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Откорректируйте настройки параметров.

P350 No spec: Scaling command

Подробное описание

Задана команда масштабирования (G50, G51), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P360 No spec: Program mirror

Подробное описание

Команда зеркального отображения (G50.1 или G51.1) задана при отсутствии программируемых параметров зеркального отображения.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P370 No spec: Facing t-post MR

Подробное описание

Отсутствует спецификация зеркальности ведомого инструмента.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P371 Facing t-post MR illegal

Подробное описание

- В отношении оси задана команда зеркального отображения противолежащих держателей инструментов по внешнему сигналу или на основе параметров.
- Заданная команда зеркального отображения активирует зеркальное отображение для поворотной оси.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Откорректируйте настройки параметров.

P380 No spec: Corner R/C

Подробное описание

Задана команда снятия фаски / закругления угла детали, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.
- Сотрите в программе команду снятия фаски / закругления угла детали.

P381 No spec: Arc R/C

Подробное описание

В кадре дуговой интерполяции задана команда снятия фаски II или закругление угла детали II, хотя такой команды нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P382 No corner movement

Подробное описание

Кадр, следующий за снятием фаски / закруглением угла детали, не является командой перемещения.

Способ устранения

- Замените кадр, следующий за командой снятия фаски / закругления угла детали, командой G01.

P383 Corner movement short

Подробное описание

Расстояние перемещения в команде снятия фаски / закругления угла детали короче, чем значение в команде снятия фаски / закругления угла детали.

Способ устранения

- Установите снятие фаски на углу детали / угол закругления на меньшее значение, чем расстояние перемещения.

P384 Corner next movement short

Подробное описание

Расстояние перемещения в кадре, следующем за командой снятия фаски / закругления угла детали, короче, чем значение в команде снятия фаски / закругления угла детали.

Способ устранения

- Установите снятие фаски / закругление угла детали на меньшее значение, чем расстояние перемещения в следующем кадре.

P385 Corner during G00/G33

Подробное описание

Задание снятия фаски/скругления угла задано в модальном режиме G00 или G33.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P390 No spec: Geometric

Подробное описание

Задана геометрическая команда, которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P391 No spec: Geometric arc

Подробное описание

Отсутствуют геометрические функции IB

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P392 Angle < 1 degree (GEOMT)

Подробное описание

Угловая разница между геометрической линией и прямой менее 1 °.

Способ устранения

- Откорректируйте геометрический угол.

P393 Inc value in 2nd block (GEOMT)

Подробное описание

Второй геометрический кадр имеет команду с инкрементным значением.

Способ устранения

- Задайте во втором геометрическом кадре абсолютную команду.

P394 No linear move command (GEOMT)

Подробное описание

Второй геометрический кадр не содержит линейную интерполяцию.

Способ устранения

- Задайте команду G01.

P395 Illegal address (GEOMT)

Подробное описание

Неверный формат при задании геометрической команды.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P396 Plane selected in GEOMT ctrl

Подробное описание

Во время выполнения геометрической команды задана команда переключения плоскости.

Способ устранения

- Завершите команду переключения плоскости перед обработкой геометрической команды.

P397 Arc error (GEOMT)

Подробное описание

В геометрической команде IB конечная точка дуги окружности не соприкасается и не пересекается с начальной точкой следующего кадра.

Способ устранения

- Откорректируйте геометрическую команду дуги окружности, а также предшествующую и последующую команду.

P398 No spec: Geometric1B

Подробное описание

Задана геометрическая команда, хотя геометрические спецификации IB не предоставлены.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P411 Illegal modal G111

Подробное описание

- G111 задана во время режима фрезерования.
- G111 задана во время режима компенсации радиуса R вершины.
- G111 задана во время постоянной скорости резания.
- G111 задана во время смешанного управления (управления перекрещивающимися осями).
- G111 задана во время стандартного цикла.
- G111 задана во время круговой интерполяции координат.
- G111 задана во время режима цилиндрической интерполяции.

Способ устранения

- Прежде чем подавать команду G111, отмените следующие команды:
- режим фрезерования
- компенсация R вершины
- постоянная скорость резания
- смешанное управление (управление перекрещивающимися осями)
- стандартный цикл
- интерполяция полярных координат
- цилиндрическая интерполяция

P412 No spec: Axis name switch

Подробное описание

Задана команда переключения названия оси (G111), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P420 No spec: Para input by program

Подробное описание

Задана команда ввода параметра из программы (G10), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P421 Parameter input error

Подробное описание

- Указанный номер параметра или настроенные данные недействительны.
- В режиме ввода параметров введен недействительный адрес G-команды.
- Команда ввода параметра задана во время модальной команды стандартного цикла или во время компенсации радиуса R вершины.
- Команды G10L50, G10L70, G11 не были заданы в независимых кадрах.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P430 R-pnt return incomplete

Подробное описание

- Задана команда перемещение для оси, которая не вернулась в референтную позицию, вдали от этой референтной позиции.
- Задана команда для оси удаления оси.

Способ устранения

- Выполните возврат в референтную позицию вручную.
- Дезактивируйте удаление оси для той оси, в отношении которой задана команда.

P431 No spec: 2,3,4th R-point ret

Подробное описание

Задана команда второго, третьего или четвертого возврата в референтную позицию, хотя такие команды не предусмотрены в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P432 No spec: Start position return

Подробное описание

Задана команда возврата в начальную позицию (G29), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P433 No spec: R-position check

Подробное описание

Задана команда проверки референтной позиции (G27), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P434 Compare error

Подробное описание

Одна из осей не вышла в референтную точку при выполнении команды контроля выхода в исходное (G27).

Способ устранения

- Исправьте программу.

P435 G27 and M commands in a block

Подробное описание

Команда M задана одновременно с заданием G27.

Способ устранения

- Поместите команду M-кода, которая не может быть задана в кадре команды G27, в отдельный кадр (в котором нет команды G27).

P436 G29 and M commands in a block

Подробное описание

Команда M задана одновременно с заданием G29.

Способ устранения

- Поместите команду M-кода, которая не может быть задана в кадре команды G29, в отдельный кадр (в котором нет команды G29).

P438 G52 invalid during G54.1

Подробное описание

Задана команда локальной системы координат во время выполнения команды G54.1.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P450 No spec: Chuck barrier

Подробное описание

В команде (G22) указана запретная зона патрона, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P451 No spec: Stroke chk bef travel

Подробное описание

Задана команда проверки хода перед перемещением (G22/G23), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P452 Limit before travel exists

Подробное описание

Обнаружена недействительная команда, которая помещает начальную/конечную точку хода оси в запретную зону или перемещает ось через запретную зону, в то время как действует команда "Проверка хода перед перемещением" (G22).

Способ устранения

- Исправьте координаты адреса оси, указанные в команде программы.

P460 Tape I/O error

Подробное описание

Возникла ошибка в считывателе ленты. Или возникла ошибка в принтере во время макрокоманды печати.

Способ устранения

- Проверьте питание и кабели подсоединенных устройств.
- Откорректируйте параметры устройства ввода-вывода.

P461 File I/O error

Подробное описание

- Не удается считать файл программы станочной обработки.
- Не вставлена карта IC.

Способ устранения

- В случае режима чтения из памяти сохраненные в памяти программы, возможно, повреждены. Выведите все программы и данные инструментов на внешнее устройства, а затем сформатируйте систему.
- Проверьте, установлено ли внешнее устройство (включая карту IC или т. п.), содержащее файл.
- Откорректируйте настройки параметров для работы с жесткого диска HD или с карты IC.

P462 Computer link commu error

Подробное описание

Возникла ошибка связи во время операции BTR.

Способ устранения

- Одновременно отображается "L01 Computer link error". Примите меры, соответствующие номеру ошибки.

P480 No spec: Milling

Подробное описание

- Задана команда фрезерования, не отвечающая спецификациям.
- Задана команда интерполяции полярных координат, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P481 Illegal G code (mill)

Подробное описание

- Во время режима фрезерования использовался недействительный G-код.
- Во время цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат использовался недействительный G-код.
- Во время компенсации радиуса инструмента задана команда G07.1.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P482 Illegal axis (mill)

Подробное описание

- Во время режима фрезерования задана команда поворотной оси.
- Выполнено фрезерование, хотя номер фрезеровальной оси установлен на недействительное значение.
- Во время зеркального отображения задана команда цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.
- Команда цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат задана до завершения компенсации инструмента после T-команды.
- Задана команда G07.1, в то время как цилиндрическая интерполяция невозможна (не имеется поворотной оси или включен внешний сигнал зеркального отображения).
- Во время цилиндрической интерполяции задана команда иной оси кроме оси цилиндрической системы координат.

Способ устранения

- Откорректируйте программу станочной обработки, параметры и сигналы интерфейса контроллера.

P484 R-pnt ret incomplete (mill)

Подробное описание

- Во время режима фрезерования задана команда движения для оси, которая не завершила возврат в референтную позицию.
- Во время цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат задана команда движения для оси, которая не завершила возврат в референтную позицию.

Способ устранения

- Выполните ручной возврат в референтную позицию.

P485 Illegal modal (mill)

Подробное описание

- Во время компенсации R вершины или управления постоянной скоростью резания включен режим фрезерования.
- Во время режима фрезерования задана T-команда.
- Во время компенсации инструмента режим переключен с фрезерования на резание.
- Во время режима управления постоянной скоростью резания (G96) задана команда цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.
- При цилиндрической интерполяции задана недопустимая команда.
- Во время режима цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат задана T-команда.
- Задана команда движения, хотя непосредственно перед командой G07.1 или после нее не была выбрана плоскость.
- Во время режима интерполяции полярных координат задана команда выбора плоскости.
- Во время компенсации радиуса инструмента задана команда цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.
- Указана плоскость G16, в которой радиус цилиндра равен "0".
- Команда цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат задана во время поворота координат с помощью программы (G68).

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Прежде чем подавать команду G12.1, подайте G40 или G97.
- Прежде чем подавать команду G12.1, подайте T-команду.
- Прежде чем подавать команду G13.1, подайте G40.
- Прежде чем подавать команду G12.1/G16, укажите иную величину радиуса цилиндра кроме "0" или иное текущее значение оси X кроме "0".

P486 Milling error

Подробное описание

- Команда фрезерования задана во время зеркального отображения (осуществляемого на основе параметров или по внешнему сигналу).
- Во время зеркального отображения программы для противолежащих держателей инструментов задана команда интерполяции полярных координат, цилиндрической интерполяции или интерполяции фрезерования.
- Во время управления нормалью задана команда запуска цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P501 Cross (G110) impossible

Подробное описание

Команда смешанного управления (управления перекрещивающимися осями) (G110) задана в следующих режимах:

- во время режима компенсации радиуса R вершины
- во время режима интерполяции полярных координат
- во время режима цилиндрической интерполяции
- во время режима сбалансированной резки
- во время режима стандартного цикла обработки
- во время зеркального отображения для противолежащей револьверной головки
- во время режима управления постоянной скоростью резания
- во время режима нарезания червячной фрезой
- во время переключения названия оси

Способ устранения

- Исправьте программу.

P503 Illegal G110 axis

Подробное описание

- Указанная в команде ось не существует.
- Команда смешанного управления (управления перекрещивающимися осями) (G110) задана для оси, для которой смешанное управление (управление перекрещивающимися осями) дезактивировано.
- Количество осей, включенных в команду смешанного управления (управления перекрещивающимися осями) (G110), превышает максимальное количество осей на одну частичную систему.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P511 Synchronization M code error

Подробное описание

- В один и тот же кадр вставлены два или более М-кода синхронизации.
- В один и тот же кадр вставлен М-код синхронизации и код "!".
- М-код синхронизации указан для 3-й частичной системы или более. (Синхронизация по М-коду действует только для 1-го или 2-го каналов системы).

Способ устранения

- Исправьте программу.

P520 Control axis superimposition/Designated axis illegal

Подробное описание

Ось, для которой наложение невозможно, указана в качестве главной оси или оси наложения.

Способ устранения

Исправить программу.

P530 DEC. POINT ERR

Подробное описание

Десятичная точка вставлена в адрес, в котором команда десятичной точки не разрешена. ("#1274 ext10/бит 0 (тип команды активации/дезактивации десятичной точки в адресе)")

Способ устранения

Не вставляйте десятичную точку в адреса, для которых десятичная точка не разрешена.

P544 No spec: Wk instl err cmp

Подробное описание

Функция компенсации ошибки крепления детали не отвечает спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P545 Invld cmd in wk instl err cmp

Подробное описание

Во время компенсации ошибки крепления детали задана недопустимая команда (например, G-команда).

Способ устранения

- Проверьте программу. Если во время компенсации ошибки крепления детали требуется задать недопустимую команду (например, G-команду), сначала отмените компенсацию ошибки крепления детали.

P546 Wk instl err cmp cmd invalid

Подробное описание

- Команда компенсации ошибки крепления детали задана во время действия модальной G-команды, при которой подача этой команды не разрешена.
- В кадре, содержащем команду компенсации ошибки крепления детали, задана недействительная G-команда.

Способ устранения

- Проверьте программу. Проверьте также модальные G-команды, которые действовали при подаче команды компенсации ошибки крепления детали, и отмените недействительные команды.
- Задайте команду G в отдельном кадре.

P547 Illegal wk instl err cmp cmd

Подробное описание

Задана команда, в которой расстояние перемещения поворотной оси превышает 180 градусов.

Способ устранения

- Разделите команду перемещения так, чтобы величина перемещения поворотной оси на один кадр была меньше 180 градусов.

P550 No spec: G06.2(NURBS)

Подробное описание

Отсутствует опция NURBS-интерполяции.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P551 G06.2 knot error

Подробное описание

Значение (k) в команде пересечения меньше, чем значение в предыдущем кадре.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Укажите узловую точку путем монотонного приращения.

P552 Start point of 1st G06.2 err

Подробное описание

Конечная точка кадра, предшествующего команде G06.2, и первое командное значение кадра G06.2 не совпадают.

Способ устранения

- Приведите в соответствие первую команду координаты G06.2 с конечной точкой предыдущего кадра.

P554 Invld manual interrupt in G6.2

Подробное описание

Ручное прерывание выполнено в кадре, который применяет режим G06.2.

Способ устранения

- Выполните ручное прерывание в кадре, не применяющем режим G06.2.

P555 Invalid restart during G06.2

Подробное описание

Сделана попытка перезапуска из кадра, применяющего режим G06.2.

Способ устранения

- Выполните перезапуск из кадра, не применяющего режим G06.2.

P600 No spec: Auto TLM

Подробное описание

Задана команда автоматического измерения длины инструмента (G37), которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P601 No spec: Skip

Подробное описание

Задана команда пропуска (G31), которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P602 No spec: Multi skip

Подробное описание

Задана команда множественного пропуска (G31.1, G31.2 или G31.3), которой нет в спецификациях.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P603 Skip speed 0

Подробное описание

Скорость пропуска равна "0".

Способ устранения

- Укажите скорость пропуска.

P604 TLM illegal axis

Подробное описание

В кадре автоматического измерения длины инструмента не указана ось. Или указаны две или более оси.

Способ устранения

- Укажите только одну ось.

P605 T & TLM command in a block

Подробное описание

Команда T задана в одном кадре с командой автоматического измерения длины инструмента.

Способ устранения

- Задайте T-код перед кадром автоматического измерения длины инструмента.

P606 T cmnd not found before TLM

Подробное описание

Команда T не задана при автоматическом измерении длины инструмента.

Способ устранения

- Задайте T-код перед кадром автоматического измерения длины инструмента.

P607 TLM illegal signal

Подробное описание

Сигнал достижения позиции измерения включился до зоны, указанной командой D или параметром "#8006 ZONE d". Либо сигнал оставался выключенным до конца.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P608 Skip during radius compen

Подробное описание

Во время выполнения компенсации радиуса задана команда пропуска.

Способ устранения

- Задайте команду отмены компенсации радиуса (G40) или удалите команду пропуска.

P610 Illegal parameter

Подробное описание

- Неправильная настройка параметра.
- Задана команда G114.1, в то время как по сигналу интерфейса контроллера была выбрана синхронизация шпинделей.
- Задана команда G113, в то время как по сигналу интерфейса контроллера была выключена опция полигональной обработки типа "шпиндель-шпиндель" и выбрана синхронизация шпинделей.
- Задана команда G110, в то время как по сигналу интерфейса контроллера было выбрано смешанное управление (управление перекрещивающимися осями).
- Задана команда G125, в то время как по сигналу интерфейса контроллера была выбрана синхронизация управляемых осей различных частичных систем.

Способ устранения

- Убедитесь в том, что значения параметров "#1549 Iv0vR1" ... "#1553 Iv0vR5" установлены в убывающем порядке (от самого большого значения).
- Убедитесь в том, что значения параметров "#1554 Iv0rd2" ... "#1557 Iv0rd5" установлены в убывающем порядке.
- Откорректируйте настройки параметров "#1514 expLinax (экспоненциальная интерполяция, линейная ось)" и "#1515 expRotax (экспоненциальная функция, поворотная ось)".
- Исправьте программу.
- Откорректируйте настройки параметров.

P611 No spec: Exponential function

Подробное описание

Отсутствует спецификация для экспоненциальной интерполяции.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P612 Exponential function error

Подробное описание

Команда перемещения для экспоненциальной интерполяции задана во время зеркального отображения для противолежащих держателей инструментов.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P700 Illegal command value

Подробное описание

Синхронизация шпинделя задана для шпинделя, который не подключен последовательно.

Способ устранения

- Исправьте программу.
- Откорректируйте настройки параметров.

P900 No spec: Normal line control

Подробное описание

Задана команда управления нормалью (G40.1, G41.1 или G42.1), не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P901 Normal line control axis G92

Подробное описание

Задана команда предустановки системы координат (G92) для оси контроля нормальной линии в режиме контроля нормальной линии.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P902 Normal line control axis error

Подробное описание

- В качестве управляемой оси нормали установлена линейная ось.
- В качестве управляемой оси нормали установлена поворотная ось II линейного типа.
- Управляемая ось нормали не установлена.
- Управляемая ось нормали является той же осью, что и ось выбора плоскости.

Способ устранения

- Исправьте настройку управляемой оси нормали.

P903 Plane chg in Normal line ctrl

Подробное описание

Во время управления нормалью задана команда выбора плоскости (G17, G18, или G19).

Способ устранения

- Сотрите команду выбора плоскости (G17, G18 или G19) из программы управления нормалью.

P920 No spec: 3D coord conv

Подробное описание

Отсутствует спецификация преобразования трёхмерных координат.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P921 Illegal G code at 3D coord

Подробное описание

Заданный в команде G-код не может быть выполнен во время действия модальной команды трехмерного преобразования координат.

Способ устранения

- Возможные G-команды см. в "Руководстве по программированию ЧПУ Мицубиси серии CNC 700/70 (система обрабатывающего центра)".
- Если параметр базовой спецификации "#1229 set01/бит 3 (начальная постоянная скорость резания)" задействован, дезактивируйте этот параметр или подайте команду отмены управления постоянной скоростью резания (G97).

P922 Illegal mode at 3D coord

Подробное описание

Задана команда преобразования трёхмерной системы координат в модальном режиме, в котором данная команда не может быть выполнена.

Способ устранения

- Возможные G-команды см. в "Руководстве по программированию ЧПУ Мицубиси серии CNC 700/70 (система обрабатывающего центра)".

P923 Illegal addr in 3D coord blk

Подробное описание

В одном и том же кадре задан код G68 и другой G-код, который не может задаваться вместе с G68.

Способ устранения

- Возможные G-команды см. в "Руководстве по программированию ЧПУ Мицубиси серии CNC 700/70 (система обрабатывающего центра)".

P930 No spec: Tool axis compen

Подробное описание

Задана команда компенсации длины инструмента вдоль оси инструмента, не отвечающая спецификациям.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P931 Executing tool axis compen

Подробное описание

Имеется G-код, который не может быть задан во время компенсации длины инструмента вдоль оси инструмента.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P932 Rot axis parameter error

Подробное описание

В параметре конфигурации поворотной оси настроено недействительное название линейной или поворотной оси.
В параметре конфигурации оси для обработки наклонной поверхности имеется недействительная настройка.

Способ устранения

- Установите правильное значение и снова включите питание.

P940 No spec: Tool tip control

Подробное описание

Нет спецификации для управления центром вершины инструмента.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P941 Invalid T tip control command

Подробное описание

Задан контроль вершины инструмента в модальном режиме, для которого он невыполним.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P942 Invalid cmnd during T tip ctrl

Подробное описание

Задан недопустимый код G в режиме контроля вершины инструмента.

Способ устранения

- Исправьте программу.

P943 Tool posture command illegal

Подробное описание

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. .

Способ устранения

- Исправьте программу.

P950 No spec: Tilt face machining

Подробное описание

Опция обработки наклонной поверхности не поддерживается.

Способ устранения

- Проверьте спецификации.

P951 Ill cmd in tilt face machining

Подробное описание

Во время обработки наклонной поверхности задана запрещенная команда (G-команда или т. п.).

Способ устранения

- Проверьте программу. Если вы хотите выполнить команду (G-команду или т. п.), не совместимую с обработкой наклонной поверхности, отмените обработку наклонной поверхности.

P952 Inclined face cut prohibited

Подробное описание

Команда обработки наклонной поверхности задана во время режима, в котором эта обработка не возможна. Команда обработки наклонной поверхности задана во время прерывания.

Способ устранения

- Проверьте программу и выясните, не включен ли во время обработки наклонной поверхности какой-либо несовместимый режим. Если такой режим имеется, отмените его.

P953 Tool axis dir cntrl prohibited

Подробное описание

Команда управления направлением оси инструмента задана во время режима, в котором такое управление не возможно.

Способ устранения

- Проверьте программу и выясните, не включен ли во время управления направлением оси инструмента какой-либо несовместимый режим. Если такой режим имеется, отмените его.

P954 Inclined face command error

Подробное описание

Неправильный адрес для команды обработки наклонной поверхности.

Способ устранения

- Проверьте программу.

P955 Inclined face coord illegal

Подробное описание

Невозможно определить наклонную поверхность на основе указанных значений.

Способ устранения

- Проверьте программу.

P990 PREPRO error

Подробное описание

Комбинирование команд, требующих предварительного считывания (смещение R вершины, величина фаски / закругления угла, геометрическая команда I, геометрическая команда IB, комбинированный стандартный цикл токарной обработки), стало причиной предварительного считывания восьми или более кадров.

Способ устранения

- Стереть некоторые или все комбинации команд, требующих предварительное считывание.

Приложение 2

Очередность приоритетов G-функций

(По возможности задавайте команды в отдельных кадрах)
Верхний уровень: При задании в одном и том же кадре обе команды выполняются одновременно

G-код команды	Группа G						
	01 G00-G03	02 G17-G19	03 G90, G91	05 G94, G95	06 G20, G21	07 G40-G42	08 G43, G44 G49
G00-G03.1 Позиционирование/ интерполяция	Действует G-команда, заданная последней. Обновляется модальное состояние группы 1	○ ○ Возможно также во время модальной команды дуги	○ ○	○ ○	○ ○	Дуга и команды G41, G42 вызывают ошибку P151 ○ Компенсируется радиус инструмента, а затем перемещаются оси.	Дуга и команды G43...G49 вызывают ошибку P70 ○ При наличии модальной команды дуги движение G49 выполняется при команде G01
G04 Выдержка времени	○ Модальное состояние группы 1 обновляется G04 выполняется ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G04 выполняется G40...G42 игнорируются ○	G04 выполняется G43...G49 игнорируются ○
G09 Контроль точного останова	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G10, G11 Настройка данных программы	○ G10 имеет приоритет для оси Без движения Ввод поворота I, J, K ○	○ G10 используется для оси, поэтому осью выбранной плоскости будет базовая ось. ○	○ ○	○ ○	○ ○	G10...G11 выполняются G43...G49 игнорируются ○	G10...G11 выполняются G43...G49 игнорируются ○
G17...G19 Выбор плоскости	○ ○	○ Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ Переключение оси плоскости во время компенсации радиуса вызывает ошибку P112	○ ○
G20, G21 Переключение между дюймовой и метрической системой	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	Возможно в том же кадре ○	○ ○	○ ○
G27...G30 сравнение / возврат в референтную позицию	○ Модальные команды G00...G03.1 обновляются G27...G30 выполняются ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G27...G30 выполняются G40...G42 игнорируются ○	G27...G30 выполняются G43...G49 игнорируются ○
G31...G31.3 Пропуск	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	Ошибка: P608 Ошибка: P608	○ ○
G33 Нарезание резьбы	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○

G-код команды	Группа G						
	09 G73...G89	10 G98, G99	12 G54...G59	13 G61...G64	14 G66...G67	17 G96, G97	19 G50.1 G51.1
G00...G03.1	Команда группы 1 выполняется Группа 9 отменяется ↑	○ ○	○ ○	○ ○	G66...G67 выполняются Модальные команды G00...G03.1 обновляются ○	○ ○	○ Во время команды дуги все названия осей используются как данные центра зеркального отображения ○ Движение с зеркальной формой
G04 Выдержка времени	G04 выполняется G73...G89 игнорируются ○	○ ○	○ G04 выполняется Группа 12 изменяется ○	○ ○	○	○ ○	G04 выполняется G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G09 Контроль точного останова	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G10, G11 Настройка данных программы	G10...G11 выполняются G73...G89 игнорируются ○	○ ○	○ G10 выполняется Модальные команды G54...G59 обновляются ○	○ ○	G66...G67 выполняются G10 игнорируется ○	○ ○	G10...G11 выполняются G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G17...G19 Выбор плоскости	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G20, G21 Переключение между дюймовой и метрической системой	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G27...G30 Сравнение/возврат в референтную позицию	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G66...G67 выполняются G27...G30 игнорируются ○	○ ○	G27...G30 выполняются G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G31...G31.3 Пропуск	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G33 Нарезание резьбы	Команда группы 1 выполняется Группа 9 отменяется ○	○ ○	○ ○	○ ○	G66...G67 выполняются Модальная команда G33 обновляется ○	○ ○	○ ○

G-код команды	Группа G						
	01 G00...G03.1 G33	02 G17...G19	03 G90, G91	05 G94, G95	06 G20, G21	07 G40-G42	08 G43, G44 G49
G37 Автоматическое измерение длины инструмента	G37 выполняется G00...G33 игнорируются ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G37 выполняется G40...G42 игнорируются ○	G37 выполняется G43...G49 игнорируются ○
G40...G42 Компенсация радиуса инструмента	Дуга и команды G41, G42 вызывают ошибку P151 Команды G41 и G42 при модальной команде дуги вызывают ошибку P151	○ Переключение оси плоскости во время компенсации радиуса инструмента вызывает ошибку P112	○ ○	○ ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○
G43, G44, G49 Компенсация длины	Дуга и команды G43, G44 вызывают ошибку P70 ↑	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ Действует G-команда, заданная последней. ○
G50.1 G51.1 Зеркальное отображение программы	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G52 Локальная система координат	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G52 выполняется G40...G42 игнорируются ○	G52 выполняется G43...G49 игнорируются ○
G53 Система координат станка	○ ○	○	○ ○	○	○ ○	G53 выполняется G40...G42 игнорируются ○	G53 выполняется G43...G49 игнорируются ○
G54...G59 Система координат детали	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G61...G64 Выбор режима	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G65 Вызов макроса	G65 выполняется Модальные команды G00...G03.1 обновляются ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G65 выполняется Модальные команды G43...G49 обновляются ○
G66...G67 Вызов макроса	G66...G67 выполняются Модальные команды G00...G03.1 обновляются ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ G66...G67 выполняются Модальные команды G43...G49 обновляются ○

G-код команды	Группа G						
	09 G73...G89	10 G98, G99	12 G54...G59	13 G61...G64	14 G66...G67	17 G96, G97	19 G50.1 G51.1
G37 Автоматическое измерение длины инструмента		○ ○	○	○	G66...G67 выполняются G37 игнорируется ○	○ ○	G37 выполняется G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G40...G42 Компенсация радиуса инструмента	Ошибка: P155 Ошибка: P155	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G43, G44, G49 Компенсация длины	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G66...G67 выполняются Модальные команды G43...G49 обновляются ○	○ ○	○ ○
G50.1 G51.1 Зеркальное отображение программы	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	G66...G67 выполняются G50.1 и G51.1 игнорируются ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○
G52 Локальная система координат	G52 выполняется G73...G89 игнорируются	○ ○	○ ○	○ ○	○	○ ○	G52 выполняется G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G53 Система координат станка		○ ○	○ ○	○ ○	○	○ ○	G53 выполняется G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G54...G59 Система координат детали	○ ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	G66...G67 выполняются Модальные команды G54 и G59 обновляются ○	○ ○	○ ○
G61...G64 Выбор режима	○ ○	○ ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	○ ○	○ ○
G65 Вызов макроса	G65 выполняется G73...G89 игнорируются ○	○ ○	○ ○	○ ○	Ошибка ○	○ ○	G65 выполняется G50.1 и G51.1 игнорируются ○
G66...G67 Вызов макроса	G66...G67 выполняются G73...G89 игнорируются ○	○ ○	G66...G67 выполняются Модальные команды G54 и G59 обновляются ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ↑	○ ○	G66...G67 выполняются G50.1 и G51.1 игнорируются ○

G-код команды	Группа G						
	01 G00...G03.1 G33	02 G17...G19	03 G90, G91	05 G94, G95	06 G20, G21	07 G40...G42	08 G43, G44 G49
G73...G89 Стандартные циклы	G73...G89 отменяются Модальные команды G01...G33 обновляются ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	Ошибка: P155 Стандартный цикл во время компенсации Ошибка: P155	○ ○
G90, G91 Абсолютное/ инкрементное задание	○ ○	○ ○	Используйте в том же кадре ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G92 Настройка системы координат	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○
G94, G95 Синхронная/ асинхронная подача	○ ○	○ ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	○ ○	○ ○
G96, G97 Управление постоянной скоростью резания	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G98, G99 Возврат в исходную точку / точку R	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○

G-код команды	Группа G						
	09 G73...G89	10 G98, G99	12 G54...G59	13 G61...G64	14 G66...G67	17 G96, G97	19 G50.1 G51.1
G73...G89 Стандартные циклы	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	○ ○	○ ○	G66...G67 выполняются G73...G89 игнорируются ○	○ ○	○ Все оси используются как центр зеркального отображения ○
G90, G91 Абсолютное/ инкрементное задание	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G92 Настройка системы координат	G92 выполняется G73...G89 игнорируются ○	○ ○	○	○ ○	○	○ ○	○ Учитывайте, что команда G92 является приоритетной для оси ○
G94, G95 Синхронная/ асинхронная подача	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
G96, G97 Управление постоянной скоростью резания	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○
G98, G99 Возврат в исходную точку / точку R	○ ○	Действует G-команда, заданная последней. ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○

индекс

1

1-разрядная предуставка скорости подачи F.... 120

G

G код..... 19
G1 -> G0 контроль замедления..... 155
G1 -> G1 контроль замедления..... 156

А

Автоматическая настройка система координат 635
Автоматическая подмена в углу детали ; G62.. 157
Автоматическое измерение длины инструмента ; G37..... 684

Б

Базовая система координат станка, система координат детали и локальная система координат 633
Буферы предварительного считывания..... 26

В

Ввод данных управления сроком службы инструмента с помощью команды G10 L3 ; G10 L3,G11..... 292
Ввод данных управления сроком службы инструмента с помощью команды G10 L30 ; G10 L30,G11..... 294
Ввод данных управления сроком службы инструмента; G10,G11..... 292
Ввод десятичной точки 32
Ввод компенсации с помощью программы ; G10,G11..... 287
Ввод программируемых параметров ; G10 L70/L50, G11..... 459
Винтовая интерполяция ; G17...G19, G02, G03 .. 63
Возврат в исходную точку и на уровень точки R ; G98,G99..... 335
Возврат в позицию смены инструмента ; G30.1 - G30.6..... 469
Возврат в референтную позицию (нулевую точку) ; G28,G29..... 638
Возврат во 2-ю, 3-ю и 4-ю референтную позицию (нулевую точку) ; G30..... 642
Вращение фигуры ; M98 I_J_K_..... 352
Вспомогательные функции (разряды M8) 170
Вторичные вспомогательные функции (разряды A8, разряды B8 или разряды C8) 172
Выбор базовой позиции поворотной оси 618
Выбор базовой системы координат станка ; G53..... 636
Выбор плоскости ; G17, G18, G19..... 54
Выдержка (указание времени) ; G04 166
Вызов макроса с помощью ASCII-кода..... 371
Вызов макроса с помощью G-кода..... 367
Вызов макроса с помощью вспомогательной команды (с помощью кодов M, S, T, B)..... 368
Вызов подпрограммы ; M198 351
Вызов подпрограммы ; M98,M99 346
Высокоскоростное высокоточное управление ; G05, G05.1 503
Высокоскоростное высокоточное управление I, II ; G05.1 Q1/Q0,G05 P10000/P0..... 503
Высокоточная сплайновая интерполяция ; G61,2 525
Высокоточное управление ; G61.1,G08..... 484

Г

Геометрические команды ; G01 A_ 455

Д

Другие команды и операции во время компенсации радиуса инструмента 218
Другие модальные команды (#4101 − #4120, #4301 − #4320) 397
Дуга ; G36 344

Е

Единицы вводимых настроек..... 6

З

Запуск компенсации радиуса инструмента и врезание оси Z 241
Зеркальное отображение (#3007)..... 395
Зеркальное отображение на основе G-команды ; G50.1,G51.1 446

И

Изменение координаты детали во время компенсации радиуса 254
Изменение номера компенсации во время режима компенсации 238
Индексация делительного стола..... 173
Интерполяция NURBS ; G06.2 108
Интерполяция гипотетической оси ; G07 114
Интерполяция полярных координат ; G12.1,G13.1/G112,G113..... 77
Интерфейс ввода-вывода для макросов (#1000...#1035, #1100...#1135, #1200...#1295, #1300...#1395)..... 383
Информация о позиции (#5001 − #5140 + n) 398
Информация реверсной работы..... 403

К

Количество обработок деталей (#3901, #3902) 401
Команда вызова макроса 361
Команда линейного угла ; G01 X_/Y_A_/,A_ 454
Команда полярных координат ; G16..... 91
Команды G41/G42 и указание I, J, K..... 228

Команды внешнего вывода ; POPEN,PCLOS,DPRNT 435
Команды для переменных 355
Команды операций..... 427
Компенсация длины инструмента / Отмена компенсации длины инструмента ; G43,G44/G49..... 196
Компенсация длины инструмента в направлении его оси ; G43.1/G49 200
Компенсация инструмента 390
Компенсация ошибки крепления детали ; G54,4 669
Компенсация радиуса инструмента ; G38,G39/G40/G41,G42 208
Компенсация радиуса инструмента для 5-осевой обработки ; G40/G41.2,G42.2 267
Компенсация системы координат детали (#5201 − #532n)..... 391
Контроль замедления..... 153
Контроль столкновения (зареза) 243
Контроль точного останова ; G09 148
Коррекция на инструмент..... 192
Круговая интерполяция ; G02,G03 47
Круговая интерполяция с указанием R ; G02,G03..... 52

Л

Линейная интерполяция ; G01 45
Линия под углом ; G35 343
Локальные переменные (#1...#33) 378

М

Макропрерывание ; M96,M97..... 461
Масштабирование ; G50/G51..... 527
Меры предосторожности в отношении ввода данных управления сроком службы инструмента..... 297
Меры предосторожности в отношении использования стандартного цикла..... 332
Меры предосторожности перед началом обработки на станке..... 23
Методы задания позиций в командах; G90,G91. 28
Многошаговая функция пропуска 1 ; G31.n ,G04..... 694
Многошаговая функция пропуска 2 ; G31 P..... 696
Многошаговое ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе 139
Многошпиндельное управление II..... 186
Многошпиндельное управление..... 185
Модальные G-команды (#4001-#4021, #4201-#4221) 396
Модальные и немодальные команды 19
Модальный вызов A (вызов по команде движения) ; G66 364
Модальный вызов B (для каждого кадра) ; G66,1 366

Н

Нарезание дюймовой резьбы ; G33 61
Нарезание резьбы с постоянным ходом ; G33 ... 56
Нарезание резьбы 56
Настройка и смещение системы координат детали ; G54...G59 (G54.1) 646
Настройка координат детали в режиме стандартного цикла.....336
Настройка локальной системы координат ; G52 657
Настройка системы координат ; G92 637
Настройка фиксированной скорости шпинделя ; G92 179
Нулевая точка станка и 2-я, 3-я, 4-я референтная позиция (нулевая точка) 634

О

Обработка наклонной поверхности ; G68.2, G68.3 599
Обратная расточка ; G87 320
Общие меры предосторожности в отношении компенсации радиуса инструмента.....237
Общие переменные 377
Однонаправленное позиционирование ; G60 68
Ожидание и одновременная работа ; !L 596
Операция компенсации радиуса инструмента..209
Отображение сообщения и останов (#3006) 394

П

Параметр поворота координат.....401
Параметры конфигурации поворотной оси 402
Переменная 375
Переменные доступа к операндам R (#50000−#50749,#51000−#51749, #52000−#52749) 419
Переменные считывания времени (#3001, #3002, #3011, #3012).....417
Перечни G-кодов 19
Поворот координат на основе параметров ; G10 I_ J_/K_.....540
Поворот координат с помощью программы ; G68/G69 532
Подавление покадрового останова и ожидание сигнала завершения вспомогательной функции (#3003) 393
Подача в минуту / подача на оборот (асинхронная/ синхронная подача) ; G94,G95.....124
Подача в функции, обратной времени ; G93.....126
Подробное описание команды вызова макроса.....369
Подробное описание операции.....614
Позиционирование (быстрый ход) ; G00 38
Пользовательские макросы 360
Пользовательские макросы.....360
Предварительная настройка системы координат детали ; G92,1 661
Преобразование между дюймами и метрическими единицами ; G20, G21 30
Прерывания во время компенсации радиуса инструмента 234
Примеры использования пользовательских макросов 442
Принцип определения специальной системы координат на основе направления оси инструмента 609

Принцип определения специальной системы координат по трем точкам плоскости..... 603
Принцип определения специальной системы координат с помощью двух векторов..... 605
Принцип определения специальной системы координат с помощью углов крена, тангажа и рыскания..... 601
Принцип определения специальной системы координат с помощью углов проекции..... 607
Принцип определения специальной системы координат с помощью углов Эйлера..... 600
Приращение индексации 8
Проверка движения перед движением ; G22/G23..... 703
Проверка референтной позиции ; G27..... 645
Программируемое ограничение тока ; G10 L14 ;..... 702
Пропуск опционального кадра 16
Пропуск опционального кадра ; / 16
Пропуск с изменением скорости ; G31 Fn 698
Простые вызовы макросов ; G65 361

Р

Расточка ; G85..... 318
Расточка ; G86..... 319
Расточка ; G88..... 322
Расточка ; G89..... 323
Расширение кода пропуска опционального кадра ; /n 17
Режим высокоскоростной обработки I, II ; G05 P1, G05 P2..... 501
Режим высокоскоростной обработки..... 501
Режим контроля точного останова ; G61..... 152
Режим нарезания резьбы метчиком ; G63 163
Режим резания ; G64 164
Резание по окружности ; G12,G13 457
Резание по окружности ; G75..... 328
Решетка ; G37,1..... 345

С

Сверление, засверловка ; G81..... 304
Сверление, зенковка ; G82..... 305
Связь с другими функциями..... 624
Сигнализация ЧПУ (#3000)..... 392
Система координат для поворотной оси..... 666
Системы координат и символы нулевых точек координат 3
Скорость быстрого хода 118
Скорость подачи резания 119
Скругление угла детали I ; G01 X_Y_,R_..... 452
Слова координат и управляемые оси..... 2
Слова координат и управляемые оси..... 632
Смещение позиции инструмента ; G45...G48 ... 279
Снятие фаски / скругление угла детали I..... 450
Снятие фаски на углу детали I ; G01 X_Y_,C.... 450
Специальный стандартный цикл 341
Спиральная/коническая интерполяция ; G02.0/G03.1(Type1), G02/G03(Type2) 98
Сплайн ; G05.1 Q2/Q0..... 516
Стандартные циклы 300
Суммарное время (#3001, #3002) 393
Считывание данных контроллера (#100100 - #100103, #100110) 413
Считывание параметров (#100000 - #100002, #100010) 409
Считывание/запись величины компенсации ошибки крепления детали 426

Т

Типы переменных 377
Тонкая расточка ; G76 330
Трехмерная компенсация радиуса инструмента ; G40/G41,G42..... 256
Трехмерная круговая интерполяция ; G02.4,G03.4 103
Трехмерное преобразование координат ; G68/69 543

У

Удержание подачи, подмена скорости подачи, команда G09 действительна/недейс твительна (#3004) 394
Указание диаметра в качестве величины компенсации 252
Указание скорости подачи и ее проявление на управляемых осях..... 131
Указания 440
Указания 627
Умножение инкремента вводимых команд 7
Управление SSS 510
Управление направлением оси инструмента... 611
Управление нормалью ; G40.1/G41.1/G42.1..... 472
Управление подпрограммами; M98, M99, M198 346
Управление постоянной скоростью резания ; G96,G97 177
Управление сроком службы инструмента (#60000 − #64700) 404
Управление центром инструмента ; G43.4/G43.5 563
Управление шпинделем / осью C..... 181
Управляющие инструкции 432
Ускорение/замедление постоянной крутизны при быстром ходе 136

Ф

Формат программы 10
Формат файлов 14
Функции инструмента (T с 8 разрядами в двоично-десятичном формате) 190
Функция пропуска ; G31..... 688

Ц

Цикл глубокого сверления ; G83..... 306
Цикл нарезания резьбы метчиком ; G84..... 307
Цикл нарезания резьбы метчиком (ось Z) ; G73 324
Цикл обратного нарезания резьбы метчиком ; G74 325

Цикл отверстий для болтов ; G34..... 342
Цикл сверления с высокоскоростным отводом 337
Цилиндрическая интерполяция ; G07.1 70

Ш

Шпиндельные функции..... 176

Э

Экспоненциальная интерполяция ;
G02.3,G03.3..... 85

История изменений

Дата изменения	№ руководства	Подробная информация об изменениях
март 2012	IB(NA)1501052-C	Первоначальная редакция.

Global Service Network

AMERICA

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION INC. (AMERICA FA CENTER)

Central Region Service Center
500 CORPORATE WOODS PARKWAY, VERNON HILLS, ILLINOIS 60061, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

Michigan Service Satellite
ALLEGAN, MICHIGAN 49010, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-269-673-4092

Ohio Service Satellite
LIMA, OHIO 45801, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650
CLEVELAND, OHIO 44114, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

Minnesota Service Satellite
MINNEAPOLIS, MINNESOTA 55413, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

West Region Service Center
5665 PLAZA DRIVE, CYPRESS, CALIFORNIA 90630, U.S.A.
TEL: +1-714-220-4796 / FAX: +1-714-229-3818

East Region Service Center
200 COTTONTAIL LANE SOMERSET, NEW JERSEY 08873, U.S.A.
TEL: +1-732-560-4500 / FAX: +1-732-560-4531

Pennsylvania Service Satellite
ERIE, PENNSYLVANIA 16510, U.S.A.
TEL: +1-814-897-7820 / FAX: +1-814-987-7820

Massachusetts Service Satellite
BOSTON, MASSACHUSETTS 02108, U.S.A.
TEL: +1-508-216-6104

South Region Service Center
2810 PREMIERE PARKWAY SUITE 400, DULUTH, GEORGIA 30097, U.S.A.
TEL: +1-678-258-4500 / FAX: +1-678-258-4519

Texas Service Satellites
GRAPEVINE, TEXAS 76051, U.S.A.
TEL: +1-817-251-7468 / FAX: +1-817-416-5000
FRIENDSWOOD, TEXAS 77546, U.S.A.
TEL: +1-832-573-0787 / FAX: +1-678-573-8290

Florida Service Satellite
WEST MELBOURNE, FLORIDA 32904, U.S.A.
TEL: +1-321-610-4436 / FAX: +1-321-610-4437

Canada Region Service Center
4299 14TH AVENUE MARKHAM, ONTARIO L3R OJ2, CANADA
TEL: +1-905-475-7728 / FAX: +1-905-475-7935

Mexico City Service Center
MARIANO ESCOBEDO 69 TLALNEPANTLA, 54030 EDO. DE MEXICO
TEL: +52-55-9171-7662 / FAX: +52-55-9171-7649

Monterrey Service Satellite
MONTERREY, N.L., 64720, MEXICO
TEL: +52-81-8365-4171 / FAX: +52-81-8365-4171

Brazil Region Service Center
ACESSO JOSE SARTORELLI, KM 2.1 CEP 18550-000, BOITUVA-SP, BRAZIL
TEL: +55-15-3363-9900 / FAX: +55-15-3363-9911

Brazil Service Satellites
PORTO ALEGRE AND CAXIAS DO SUL BRAZIL
TEL: +55-15-3363-9927
SANTA CATARINA AND PARANA STATES
TEL: +55-15-3363-9927

EUROPE

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. (EUROPE FA CENTER)
GOTHAER STRASSE 10, 40880 RATINGEN, GERMANY
TEL: +49-2102-486-0 / FAX: +49-2102-486-5910

Germany Service Center
KURZE STRASSE. 40, 70794 FILDERSTADT-BONLANDEN, GERMANY
TEL: + 49-711-3270-010 / FAX: +49-711-3270-0141

France Service Center
25, BOULEVARD DES BOUVETS, 92741 NANTERRE CEDEX FRANCE
TEL: +33-1-41-02-83-13 / FAX: +33-1-49-01-07-25

France (Lyon) Service Satellite
120, ALLEE JACQUES MONOD 69800 SAINT PRIEST FRANCE
TEL: +33-1-41-02-83-13 / FAX: +33-1-49-01-07-25

Italy Service Center
VIALE COLLEONI 7-PALAZZO SIRIO CENTRO DIREZIONALE COLLEONI,
20041 AGRATE BRIANZA MILANO ITALY
TEL: +39-039-60531-342 / FAX: +39-039-6053-206

Italy (Padova) Service Satellite
VIA SAVELLI 24 - 35129 PADOVA ITALY
TEL: +39-039-60531-342 / FAX: +39-039-6053-206

U.K. Service Center
TRAVELLERS LANE, HATFIELD, HERTFORDSHIRE, AL10 8XB, U.K.
TEL: +44-1707-27-6100 / FAX: +44-1707-27-8992

Spain Service Center
CTRA. DE RUBI, 76-80-APDO. 420
08190 SAINT CUGAT DEL VALLES, BARCELONA SPAIN
TEL: +34-935-65-2236 / FAX: +34-935-89-1579

Poland Service Center
UL.KRAKOWSKA 50, 32-083 BALICE, POLAND
TEL: +48-12-630-4700 / FAX: +48-12-630-4727

Poland (Wroclaw) Service Center
UL KOBIERZYCKA 23, 52-315 WROCLAW, POLAND
TEL: +48-71-333-77-53 / FAX: +48-71-333-77-53

Turkey Service Center
BAYRAKTAR BULVARI, NUTUK SOKAK NO.5, YUKARI DUDULLU
ISTANBUL, TURKEY
TEL: +90-216-526-3990 / FAX: +90-216-526-3995

Czech Republic Service Center
TECHNOLOGICKA 374/6,708 00 OSTRAVA-PUSTKOVEC, CZECH REPUBLIC
TEL: +420-59-5691-185 / FAX: +420-59-5691-199

Russia Service Center
213, B.NOVODMITROVSKAYA STR., 14/2, 127015 MOSCOW, RUSSIA
TEL: +7-495-748-0191 / FAX: +7-495-748-0192

Sweden Service Center
STRANDKULLEN, 718 91 FROVI, SWEDEN
TEL: +46-581-700-20 / FAX: +46-581-700-75

Bulgaria Service Center
4 A. LYAPCHEV BOUL., 1756 - SOFIA, BULGARIA
TEL: +359-2-8176000 / FAX: +359-2-9744061

Ukraine (Kharkov) Service Center
APTEKARSKIY LANE 9-A, OFFICE 3, 61001 KHARKOV, UKRAINE
TEL: +380-57-732-7774 / FAX: +380-57-731-8721

Ukraine (Kiev) Service Center
4-B, M. RASKOVOYI STR., 02660 KIEV, UKRAINE
TEL: +380-044-494-3355 / FAX: +380-044-494-3366

Belarus Service Center
703, OKTYABRSKAYA STR., 16/5, 220030 MINSK, BELARUS
TEL: +375-17-210-4626 / FAX: +375-17-227-5830

South Africa Service Center
P.O. BOX 9234, EDLEEN, KEMPTON PARK GAUTENG, 1625 SOUTH AFRICA
TEL: +27-11-394-8512 / FAX: +27-11-394-8513

Denmark Service Center
KARETMAGERVEJ. 7A, DK-7000, FREDERICIA, DENMARK
TEL: +45-7620-7514

ASEAN

MITSUBISHI ELECTRIC ASIA PTE. LTD. (ASEAN FA CENTER)

Singapore Service Center
307 ALEXANDRA ROAD #05-01/02 MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING SINGAPORE 159943
TEL: +65-6473-2308 / FAX: +65-6476-7439

Indonesia Service Center
THE PLAZZA OFFICE TOWER, 28TH FLOOR JL.M.H. THAMRIN KAV.28-30, JAKARTA, INDONESIA
TEL: +62-21-2992-2333 / FAX: +62-21-2992-2555

Malaysia (KL) Service Center
60, JALAN USJ 10 /1B 47620 UEP SUBANG JAYA SELANGOR DARUL EHSAN, MALAYSIA
TEL: +60-3-5631-7605 / FAX: +60-3-5631-7636

Malaysia (Johor Baru) Service Center
NO. 16, JALAN SHAH BANDAR 1, TAMAN UNGKU TUN AMINAH, 81300 SKUDAI, JOHOR MALAYSIA
TEL: +60-7-557-8218 / FAX: +60-7-557-3404

Vietnam Service Center-1
ROOM 1004, 1005, FLOOR 10, 255 TRAN HUNG DAO CO GIANG WARD, DIST. 1, HCMC, VIETNAM
TEL: +84-8-3838-6931 / FAX: +84-8-3838-6932

Vietnam Service Center-2
LOT G10 - AREA 4 - HIEP BINH CHANH WARD - THU DUC DISTRICT - HCMC, VIETNAM
TEL: +84-8-2240-3587 / FAX: +84-8-3726-7968

Vietnam (Hanoi) Service Center
5FL, 59 - XA DAN STR., DONG DA DIST., HN, VIETNAM
TEL: +84-4-3573-7646 / FAX: +84-4-3573-7650

Philippines Service Center
UNIT NO.411, ALABAMG CORPORATE CENTER KM 25. WEST SERVICE ROAD
SOUTH SUPERHIGHWAY, ALABAMG MUNTINLUPA METRO MANILA, PHILIPPINES 1771
TEL: +63-2-807-2416 / FAX: +63-2-807-2417

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION (THAILAND) CO., LTD. (THAILAND FA CENTER)

BANG-CHAN INDUSTRIAL ESTATE NO.111 SOI SERITHAI 54
T.KANNAYAO, A.KANNAYAO, BANGKOK 10230, THAILAND
TEL: +66-2906-8255 / FAX: +66-2906-3239

Thailand Service Center
898/19,20,21,22 S.V. CITY BUILDING OFFICE TOWER 1, FLOOR 7
RAMA III RD., BANGPONGPANG, YANNAWA, BANGKOK 10120, THAILAND
TEL: +66-2-682-6522 / FAX: +66-2-682-9750

INDIA

MITSUBISHI ELECTRIC INDIA PVT. LTD.

India Service Center
2nd FLOOR, TOWER A & B, DLF CYBER GREENS, DLF CYBER CITY, DLF PHASE-III,
GURGAON- 122 002, HARYANA, INDIA
TEL: +91-124-4630300 / FAX: +91-124-4630399

India (Bangalore) Service Center
FIRST & SECOND FLOOR, AVR BASE, MUNICIPAL NO.BC-308,
HENNURE BANASWADI ROAD, HRBR RING ROAD, BANGALORE-560 043, INDIA
TEL: +91-80-4020-1600 / FAX: +91-80-4020-1699
Chennai satellite office
Coimbatore satellite office

India (Pune) Service Center
TEL: +91-998-7997651
Baroda satellite office

OCEANIA

MITSUBISHI ELECTRIC AUSTRALIA LTD.

Oceania Service Center
348 VICTORIA ROAD, RYDALMERE, N.S.W. 2116 AUSTRALIA
TEL: +61-2-9684-7269 / FAX: +61-2-9684-7245

CHINA

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION (CHINA) LTD. (CHINA FA CENTER)

China (Shanghai) Service Center
1-3,5-10,18-23/F, NO.1386 HONG QIAO ROAD, CHANG NING QU,
SHANGHAI 200336, CHINA
TEL: +86-21-2322-3030 / FAX: +86-21-2308-2830
China (Ningbo) Service Dealer
China (Wuxi) Service Dealer
China (Jinan) Service Dealer
China (Wuhan) Service Satellite

China (Beijing) Service Center
9/F, OFFICE TOWER 1, HENDERSON CENTER, 18 JIANGUOMENNEI DAJIE,
DONGCHENG DISTRICT, BEIJING 100005, CHINA
TEL: +86-10-6518-8830 / FAX: +86-10-6518-3907
China (Beijing) Service Dealer

China (Tianjin) Service Center
B-2 801/802, YOUYI BUILDING, NO.50 YOUYI ROAD, HEXI DISTRICT,
TIANJIN 300061, CHINA
TEL: +86-22-2813-1015 / FAX: +86-22-2813-1017
China (Shenyang) Service Satellite
China (Changchun) Service Satellite

China (Chengdu) Service Center
ROOM 407-408, OFFICE TOWER AT SHANGRI-LA CENTER, NO. 9 BINJIANG DONG ROAD,
JINJIANG DISTRICT, CHENGDU, SICHUAN 610021, CHINA
TEL: +86-28-8446-8030 / FAX: +86-28-8446-8630

China (Shenzhen) Service Center
ROOM 2512-2516, 25/F., GREAT CHINA INTERNATIONAL EXCHANGE SQUARE, JINTIAN RD.S.,
FUTIAN DISTRICT, SHENZHEN 518034, CHINA
TEL: +86-755-2399-8272 / FAX: +86-755-8218-4776
China (Xiamen) Service Dealer
China (Dongguan) Service Dealer

KOREA

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION KOREA CO., LTD. (KOREA FA CENTER)

Korea Service Center
1480-6, GAYANG-DONG, GANGSEO-GU SEOUL 157-200, KOREA
TEL: +82-2-3660-9602 / FAX: +82-2-3664-8668

Korea Taegu Service Satellite
603 CRYSTAL BUILDING 1666, SANBYEOK-DONG, BUK-KU, DAEGU, 702-010, KOREA
TEL: +82-53-604-6047 / FAX: +82-53-604-6049

TAIWAN

MITSUBISHI ELECTRIC TAIWAN CO., LTD. (TAIWAN FA CENTER)

Taiwan (Taichung) Service Center
NO.8-1, GONG YEH 16TH RD., TAICHUNG INDUSTRIAL PARK TAICHUNG CITY, TAIWAN R.O.C.
TEL: +886-4-2359-0688 / FAX: +886-4-2359-0689

Taiwan (Taipei) Service Center
3RD. FLOOR, NO.122 WUKUNG 2ND RD., WU-KU HSIANG, TAIPEI HSIEN, TAIWAN R.O.C.
TEL: +886-2-2299-2205 / FAX: +886-2-2298-1909

Taiwan (Tainan) Service Center
2F(C),1-1, CHUNGHWA-RD., YONGKANG CITY, TAINAN HSIEN, TAIWAN R.O.C.
TEL: +886-6-313-9600 / FAX: +886-6-313-7713

Оговорка

Были приняты все меры к тому, чтобы это руководство соответствовало актуальному состоянию программного обеспечения и аппаратуры и отражало их изменения. Однако в некоторых неизбежных случаях одновременное внесение изменений в руководство не является возможным. С любыми вопросами или комментариями, касающимися использования этого продукта, просим обращаться к региональному дилеру Mitsubishi Electric.

Копирование запрещено

Без письменного разрешения Mitsubishi Electric Corporation это руководство нельзя воспроизводить ни в каком виде, ни полностью ни частично.

COPYRIGHT 2012 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION ВСЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ

MITSUBISHI CNC

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
HEAD OFFICE : TOKYO BUILDING,2-7-3 MARUNOUCHI,CHIYODA-KU,TOKYO 100-8310,JAPAN

MODEL	Серии M700V/M70V
MODEL CODE	100-312
Manual No.	IB-1501052

IB(NA)1501052(RUS)-C(1203)MEE
Made in JAPAN

Specifications are subject to change without notice.