SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl / 828D
Основы

Справочник по программированию

Действительно для

СЧПУ
SINUMERIK 840D sl / 840DE sl
SINUMERIK 828D

ПО	ЧПУ
Версия ПО	4.4

Предисловие

Геометрические основы 1

Основы программирования ЧПУ 2

Создание программы ЧПУ 3

Смена инструмента 4

Коррекции инструмента 5

Движение шпинделя 6

Регулирование подачи 7

Геометрические установки 8

Команды перемещения 9

Коррекции радиуса инструмента 10

Параметры движения по траектории 11

Трансформации координат (фреймы) 12

Вывод вспомогательных функций 13

Дополнительные команды 14

Прочая информация 15

Таблицы 16

Приложение A

09/2011
6FC5398-1BP40-2PA0

Правовая справочная информация

Система предупреждений

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

⚠ОПАСНОСТЬ

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

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

⚠ВНИМАНИЕ

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

ВНИМАНИЕ

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

ЗАМЕТКА

означает, что несоблюдение соответствующего указания помеж привести к нежелательному результату или состоянию.

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

Квалифицированный персонал

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

Использование изделий Siemens по назначению

Соблюдайте следующее:

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

Товарные знаки

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

Исключение ответственности

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

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
ГЕРМАНИЯ

Номер заказа документа: 6FC5398-1BP40-2PA0
℗ 02.2011

Copyright © Siemens AG2011.
Возможны технические изменения

Предисловие

Документация по SINUMERIK®

Документация по SINUMERIK подразделяется на следующие категории:

- Общая документация
- Документация пользователя
- Документация изготовителя / сервисная документация

Дополнительная информация

По ссылке http://www.siemens.com/motioncontrol/docu можно найти информацию по следующим темам:

- Заказ документации / обзор бумажной документации
- Дополнительные ссылки для загрузки документации
- Использование документации online (справочники/нахождение и ознакомление с информацией)

По вопросам технической документации (пожелания, исправления) просьба отправить факс по следующему адресу или на E-Mail:

docu.motioncontrol@siemens.com

My Documentation Manager (MDM)

По следующей ссылке можно найти информацию по индивидуальному составлению специальной документации OEM для оборудования на основе контента Siemens:

www.siemens.com/mdm

Обучение

Информацию по курсам можно найти по следующему адресу:

- www.siemens.com/sitrain

  SITRAIN - система подготовки от Siemens по продуктам, системам и решениям в области техники автоматизации

- www.siemens.com/sinutrain

  SinuTrain - учебное ПО для SINUMERIK

FAQ

Часто задаваемые вопросы (Frequently Asked Questions -- → FAQ) можно найти на страничках Service&Support поддержки продукта по адресу http://support.automation.siemens.com

SINUMERIK

Информацию по SINUMERIK можно найти по следующей ссылке:

www.siemens.com/sinumerik

Целевая группа

Настоящая документация предназначена для:

- программистов
- проектировщиков

Преимущества

Руководство по программированию помогает целевой группе в разработке, написании, тестировании и устранении ошибок программ и программных интерфейсов.

Стандартный объем

В настоящем руководстве по программированию представлено описание стандартного объема функций. Дополнения и изменения, осуществляемые изготовителем оборудования, документируются изготовителем оборудования.

В СЧПУ могут работать и другие функции, не нашедшие своего отображения в данной документации. Однако претензии по этим функциям не принимаются ни при поставке, ни в случае технического обслуживания.

Кроме этого, данная документация по причине наглядности не содержит всей подробной информации по всем типам продукта и не может предусмотреть каждый мыслимый случай установки, эксплуатации и обслуживания.

Техническая поддержка

Телефонные номера технической поддержки в конкретных странах см. в Интернете по адресу http://www.siemens.com/automation/service&support

Информация по структуре и содержанию

Руководство по программированию "Основы" и "Расширенное программирование"

Описания по программированию ЧПУ состоят из двух руководств:

1. Основы

   Руководство по программированию "Основы" предназначено для профессиональных операторов станков и предполагает наличие соответствующих знаний в областях сверлильной, фрезерной и токарной обработок. На простых примерах программирования объясняются и известные по DIN 66025 команды и операторы.

2. Расширенное программирование

   Руководство по программированию "Расширенное программирование" предназначено для технологов со знанием всех возможностей программирования. СЧПУ SINUMERIK позволяет осуществлять с помощью специального языка программирования программирование комплексной программы обработки детали (к примеру, поверхности свободной формы, координация каналов,...) и облегчает трудоемкое программирование для технологов.

Доступность описанных языковых элементов ЧПУ

Все описанные в настоящем руководстве языковые элементы ЧПУ доступны для SINUMERIK 840D sl. Доступность касательно SINUMERIK 828D см. таблицу "Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D [Страница 494]".

Содержание

Предисловие 3

1 Геометрические основы 13

1.1 Позиции детали 13
1.1.1 Системы координат детали 13
1.1.2 Декартовы координаты 14
1.1.3 Полярные координаты 17
1.1.4 Абсолютный размер 18
1.1.5 Составной размер 20

1.2 Рабочие плоскости 22

1.3 Нулевые точки и исходные точки 23

1.4 Системы координат 25
1.4.1 Система координат станка (MCS) 25
1.4.2 Базовая кинематическая система (BKS) 28
1.4.3 Базовая система нулевой точки (BNS) 30
1.4.4 Настраиваемая система нулевой точки (ENS) 31
1.4.5 Система координат детали (WCS) 32
1.4.6 Как связаны различные системы координат? 32

2 Основы программирования ЧПУ 33

2.1 Наименование программы ЧПУ 33

2.2 Структура и содержание программы ЧПУ 35
2.2.1 Кадры и компоненты кадров 35
2.2.2 Правила для кадра 37
2.2.3 Присвоения значений 38
2.2.4 Комментарии 39
2.2.5 Пропуск кадров 40

3 Создание программы ЧПУ 43

3.1 Базовый принцип 43

3.2 Доступные символы 45

3.3 "Шапка" программы 47

3.4 Примеры программы 49
3.4.1 Пример 1: Первые шаги программирования 49
3.4.2 Пример 2: Программа ЧПУ для токарной обработки 50
3.4.3 Пример 3: Программа ЧПУ для фрезерной обработки 52

4 Смена инструмента 55

4.1 Смена инструмента без управления инструментом 56
4.1.1 Смена инструмента с командой T 56
4.1.2 Смена инструмента с M6 57

4.2 Смена инструмента с управлением инструментом (опция) 59

4.2.1 Смена инструмента с помощью команды T при активном управлении инструментом (опция) ... 59
4.2.2 Смена инструмента с помощью M6 при активном управлении инструментом (опция) ... 62
4.3 Поведение при неправильном программировании T ... 64

5 Коррекции инструмента ... 65

5.1 Общая информация по коррекциям инструмента ... 65
5.2 Коррекция длин инструмента ... 66
5.3 Коррекция радиуса инструмента ... 67
5.4 Память коррекций инструмента ... 68
5.5 Типы инструментов ... 70
5.5.1 Общая информация по типам инструментов ... 70
5.5.2 Фрезерный инструмент ... 71
5.5.3 Сверло ... 73
5.5.4 Шлифовальный инструмент ... 74
5.5.5 Токарный инструмент ... 75
5.5.6 Специальный инструмент ... 77
5.5.7 Правило связи ... 78
5.6 Вызов коррекции инструмента (D) ... 79
5.7 Изменение данных коррекции инструмента ... 82
5.8 Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR) ... 83

6 Движение шпинделя ... 89

6.1 Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5) ... 89
6.2 Скорость резания (SVC) ... 93
6.3 Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) ... 100
6.4 Постоянная окружная скорость круга (GWPSON, GWPSOF) ... 106
6.5 Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26) ... 108

7 Регулирование подачи ... 109

7.1 Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) ... 109
7.2 Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) ... 119
7.3 Режим ориентации шпинделя (SPCON, SPCOF) ... 123
7.4 Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) ... 124
7.5 Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) ... 134
7.6 Программируемая коррекция подачи (OVR, OVRRAP, OVRA) ... 138
7.7 Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция) ... 140
7.8 Подача с наложением маховичка (FD, FDA) ... 142
7.9 Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN) ... 146
7.10 Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) ... 149

7.11 Покадровая подача (FB) ... 152
7.12 Подача на зуб (G95 FZ) ... 153

8 Геометрические установки ... 159

8.1 Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) ... 159
8.2 Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19) ... 165
8.3 Указание размеров ... 168
8.3.1 Указание абсолютного размера (G90, AC) ... 168
8.3.2 Указание составного размера (G91, IC) ... 171
8.3.3 Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) ... 174
8.3.4 Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN) ... 175
8.3.5 Дюймовое или метрическое указание размеров (G70/G700, G71/G710) ... 177
8.3.6 Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) ... 180
8.3.7 Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) ... 183
8.4 Положение детали при токарной обработке ... 188

9 Команды перемещения ... 191

9.1 Общая информация по командам перемещения ... 191
9.2 Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) ... 193
9.3 Команды движения с полярными координатами ... 195
9.3.1 Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112) ... 195
9.3.2 Команды движения с полярными координатами (G0, G1, G2, G3, AP, RP) ... 197
9.4 Движение ускоренным ходом (G0, RTLION, RTLIOF) ... 201
9.5 Линейная интерполяция (G1) ... 206
9.6 Круговая интерполяция ... 209
9.6.1 Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...) ... 209
9.6.2 Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) ... 212
9.6.3 Круговая интерполяция с радиусом и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR) ... 216
9.6.4 Круговая интерполяция с апертурным углом и центром (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) ... 218
9.6.5 Круговая интерполяция с полярными координатами (G2/G3, AP, RP) ... 220
9.6.6 Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) ... 222
9.6.7 Круговая интерполяция с тангенциальным переходом (CT, X... Y... Z...) ... 225
9.7 Винтовая интерполяция (G2/G3, TURN) ... 229
9.8 Эвольвентная интерполяция (INVCW, INVCCW) ... 232
9.9 Линии контура ... 237
9.9.1 Общая информация по линиям контура ... 237
9.9.2 Линии контура: Прямая (ANG) ... 238
9.9.3 Линии контура: Две прямые (ANG) ... 240

9.9.4 Линии контура: Три прямые (ANG) ... 244
9.9.5 Линии контура: Программирование конечной точки с углом ... 247

9.10 Резьбонарезание с постоянным шагом (G33) ... 248
9.10.1 Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF) ... 248
9.10.2 Запрограммированный входной и выходной участок (DITS, DITE) ... 256

9.11 Резьбонарезание с увеличивающимся или уменьшающимся шагом (G34, G35) ... 258

9.12 Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона (G331, G332) ... 260

9.13 Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном (G63) ... 265

9.14 Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) ... 267

9.15 Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) ... 271

10 Коррекции радиуса инструмента ... 277

10.1 Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN) ... 277

10.2 Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) ... 287

10.3 Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC) ... 294

10.4 Мягкий подвод и отвод ... 298
10.4.1 Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) ... 298
10.4.2 Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462) ... 309

10.5 Контроль столкновений (CDON, CDOF, CDOF2) ... 313

10.6 Коррекция инструмента 2D (CUT2D, CUT2DF) ... 317

10.7 Постоянная коррекция радиуса инструмента (CUTCONON, CUTCONOF) ... 320

10.8 Инструменты с релевантным положением резцов ... 323

11 Параметры движения по траектории ... 325

11.1 Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603) ... 325

11.2 Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) ... 328

12 Трансформации координат (фреймы) ... 337

12.1 Фреймы ... 337

12.2 Фрейм-операторы ... 339

12.3 Программируемое смещение нулевой точки ... 343
12.3.1 Смещение нулевой точки (TRANS, ATRANS) ... 343
12.3.2 Осевое смещение нулевой точки (G58, G59) ... 347

12.4 Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL) ... 350

12.5 Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS) ... 360

12.6 Программируемый коэффициент масштабирования (SCALE, ASCALE) ... 362

12.7 Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR) ... 365
12.8 Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) ... 370
12.9 Отключение фрейма (G53, G153, SUPA, G500) ... 374
12.10 Отключение наложенных движений (DRFOF, CORROF) ... 375

13 Вывод вспомогательных функций ... 379

13.1 Функции M ... 383

14 Дополнительные команды ... 387

14.1 Сообщения (MSG) ... 387
14.2 Запись строки в переменную BTSS (WRTPR) ... 389
14.3 Ограничение рабочего поля ... 390
14.3.1 Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) ... 390
14.3.2 Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) ... 394
14.4 Реферирование (G74) ... 397
14.5 Движение к фиксированной точке (G75, G751) ... 398
14.6 Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW) ... 403
14.7 Динамические характеристики ... 408
14.7.1 Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) ... 408
14.7.2 Управление ускорением для ведомых осей (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) ... 411
14.7.3 Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) ... 413
14.8 Движение с предуправлением (FFWON, FFWOF) ... 415
14.9 Точность контура (CPRECON, CPRECOF) ... 416
14.10 Время ожидания (G4) ... 417
14.11 Внутренняя остановка предварительной обработки ... 419

15 Прочая информация ... 421

15.1 Оси ... 421
15.1.1 Главные оси/геометрические оси ... 423
15.1.2 Дополнительные оси ... 424
15.1.3 Главный шпиндель, мастер-шпиндель ... 424
15.1.4 Оси станка ... 425
15.1.5 Оси канала ... 425
15.1.6 Траекторные оси ... 425
15.1.7 Позиционирующие оси ... 426
15.1.8 Синхронные оси ... 427
15.1.9 Командные оси ... 427
15.1.10 Оси PLC ... 427
15.1.11 Оси Link ... 428
15.1.12 Оси Lead-Link ... 430
15.2 От команды движения до движения станка ... 432
15.3 Вычисление хода ... 433

15.4 Адреса ... 434
15.5 Идентификатор ... 439
15.6 Постоянные ... 441
16 Таблицы ... 443
16.1 Операторы ... 443
16.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D ... 494
16.3 Адреса ... 516
16.4 Группы функций G ... 526
16.5 Предопределенные вызовы подпрограмм ... 543
16.6 Предопределенные вызовы подпрограмм в синхронных действиях движения ... 559
16.7 Предопределенные функции ... 560
16.8 Текущий язык в HMI ... 567
A Приложение ... 569
A.1 Список сокращений ... 569
A.2 Обзор документации ... 574
Толковый словарь ... 577

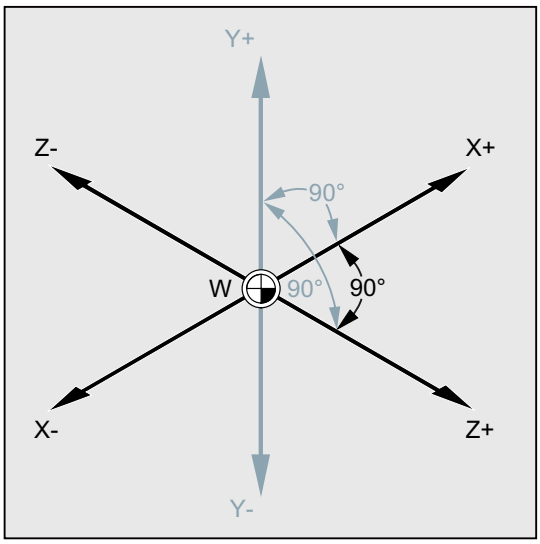
Геометрические основы 1

1.1 Позиции детали

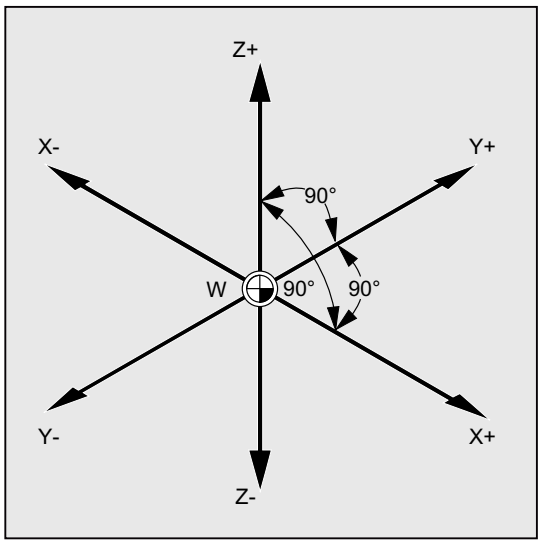
1.1.1 Системы координат детали

Чтобы станок или СЧПУ могли работать с указанными в программе ЧПУ позициями, эти параметры должны быть указанны в базовой системе, которая может быть передана на направлениям движения осей станка. Для этого используется система координат с осями X, Y и Z.

По DIN 66217 для станков используются правовращающиеся, прямоугольные (декартовы) системы координат.



Изображение 1-1 Система координат детали для токарной обработки



Изображение 1-2 Система координат детали для фрезерования

Нулевая точка детали (W) является исходной точкой системы координат детали.

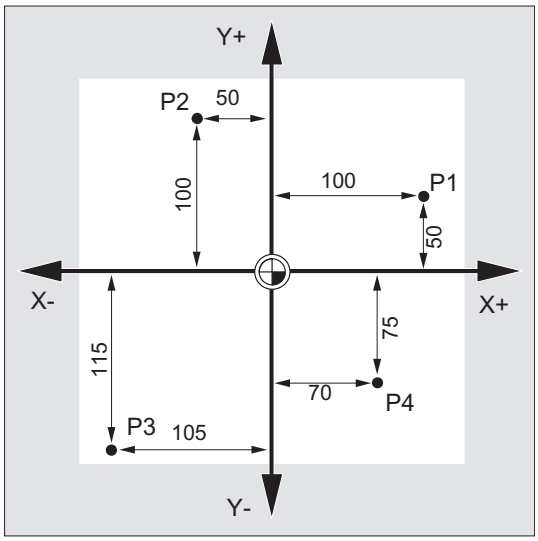
Иногда имеет смысл или даже необходимо работать с отрицательными указаниями позиции. Поэтому позиции, находящиеся соответственно слева от нулевой точки, получают отрицательный знак (-).

1.1.2 Декартовы координаты

Оси в системе координат измерены. Благодаря этому существует возможность однозначного описания любой точки в системе координат и тем самым любой позиции детали через направление (X, Y и Z) и три числовых значения. Нулевая точка детали всегда имеет координаты X0, Y0 и Z0.

Указание позиций в форме декартовых координат

Для упрощения в этом примере рассматривается только одна плоскость системы координат, плоскость X/Y:

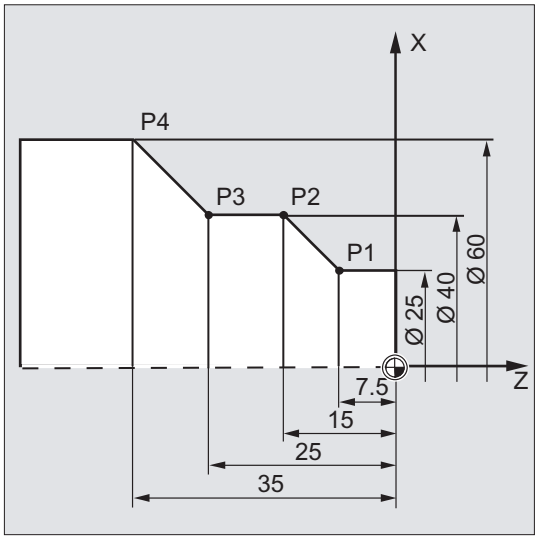


В этом случае точки P1 до P4 имеют следующие координаты:

Позиция	координаты
P1	X100 Y50
P2	X-50 Y100
P3	X-105 Y-115
P4	X70 Y-75

Пример: Позиции детали при токарной обработке

У токарных станков достаточно одной плоскости для описания контура:

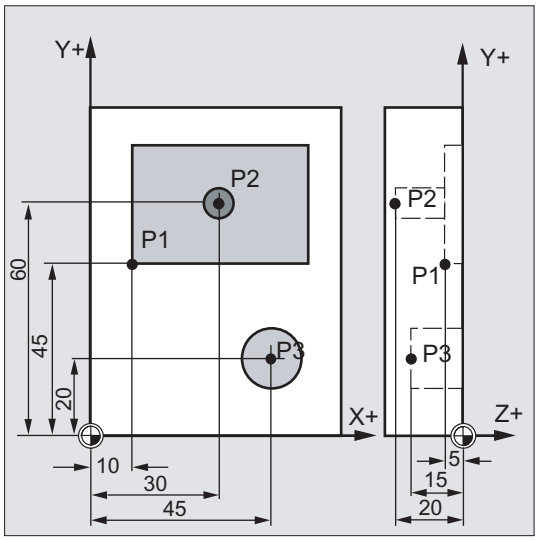


В этом случае точки P1 до P4 имеют следующие координаты:

Позиция	координаты
P1	X25 Z-7.5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Пример: Позиции детали при фрезерной обработке

При фрезерных обработках необходимо описать и глубину подачи, т.е. и третьей координате (в этом случае Z) необходимои присвоить числовое значение.



Точки P1 до P3 имеют следующие координаты:

Позиция	координаты
P1	X10 Y45 Z-5
P2	X30 Y60 Z-20
P3	X45 Y20 Z-15

1.1.3 Полярные координаты

Вместо декартовых координат для описания позиций детали могут использоваться и полярные координаты. Это имееет смысл в тех случаях, когда деталь или часть детали измерены с радиусом и углом. Исходная точка измерения называется "Полюс".

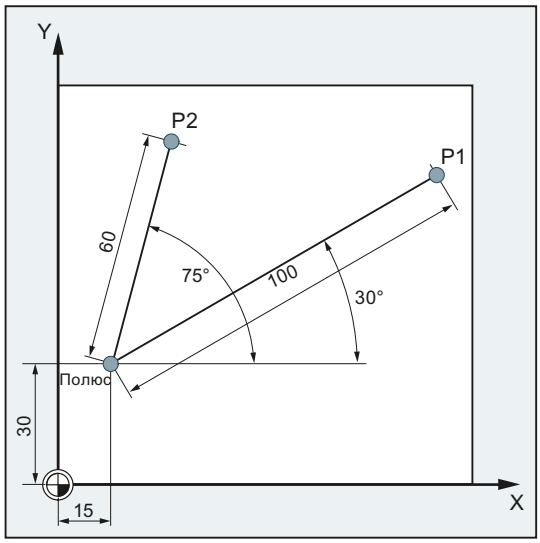
Указание позиций в форме полярных координат

Полярные координаты состоят из **полярного радиуса** и **полярного угла**.

Полярный радиус это расстояние между полюсом и позицией.

Полярный угол это угол между полярным радиусом и горизонтальной осью рабочей плоскости. Отрицательные полярные углы проходят по часовой стрелке, положительные - против часовой стрелки.

Пример



Точки P1 и P2 могут быть описаны относительно полюса следующим образом:

Позиция	Полярные координаты
P1	RP=100 AP=30
P2	RP=60 AP=75
RP: полярный радиус AP: полярный угол	

1.1.4 Абсолютный размер

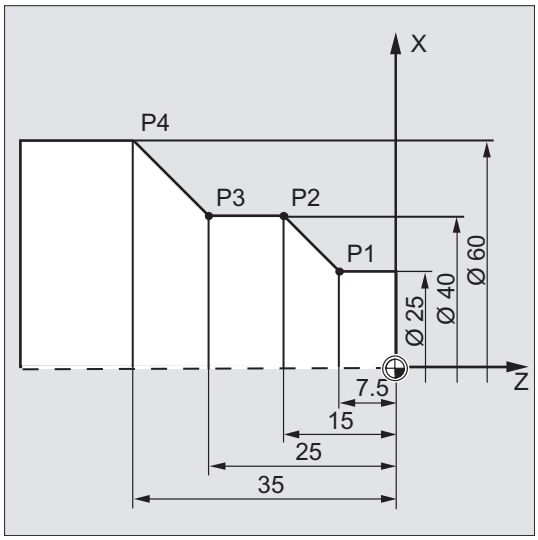
Указание позиций в абсолютном размере

У абсолютного размера все указания позиций всегда относятся к действующей в данный момент нулевой точке.

В отношении движения инструмента это означает:

Указание абсолютного размера описывает позицию, к которой должен двигаться инструмент.

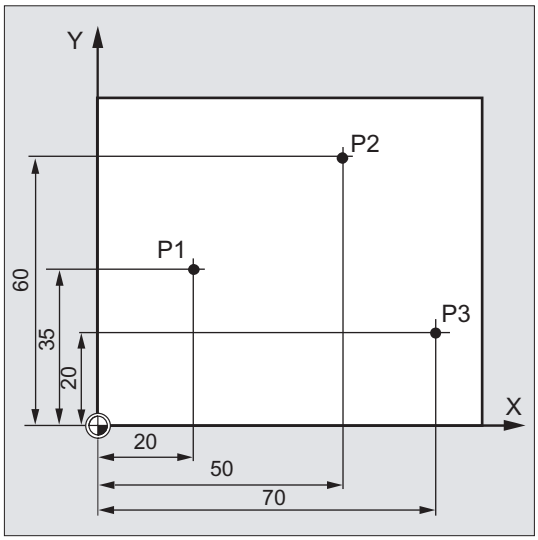
Пример: Токарная обработка



В абсолютном размере для точек P1 до P4 получаются следующие данные позиций:

Позиция	Указание позиций в абсолютном размере
P1	X25 Z-7,5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Пример: Фрезерование



В абсолютном размере для точек P1 до P3 получаются следующие данные позиций:

Позиция	Указание позиций в абсолютном размере
P1	X20 Y35
P2	X50 Y60
P3	X70 Y20

1.1.5 Составной размер

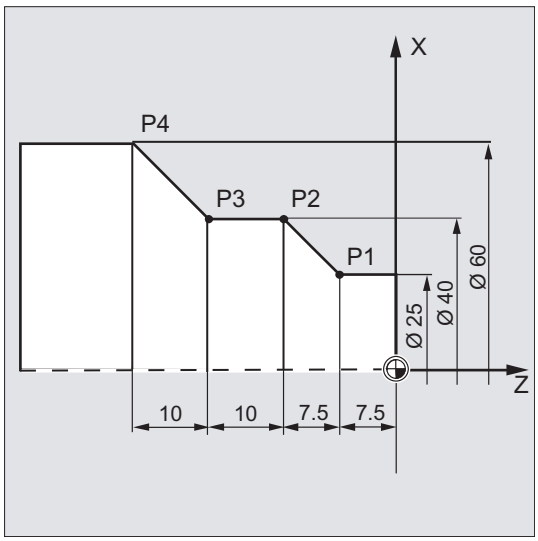
Указание позиций в составном размере (инкрементальном размере)

На рабочих чертежах размеры часто относятся не к нулевой точке, а к иной точке детали. Во избежание пересчета данных размера существует возможность указания составного или инкрементального размера. При таком способе указания составного размера данные позиции относится к соответствующей предыдущей точке.

В отношении движения инструмента это означает:

Данные составного размера описывают, на сколько должен переместиться инструмент.

Пример: Токарная обработка



В составном размере для точек P2 до P4 получаются следующие данные позиций:

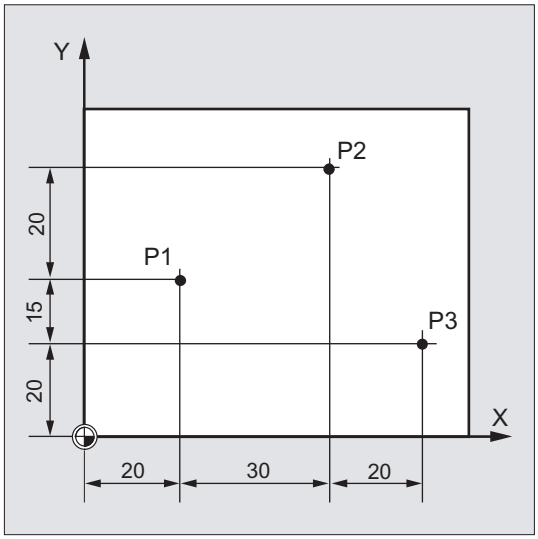
Позиция	Указание позиций в составном размере	Данные относятся к:
P2	X15 Z-7,5	P1
P3	Z-10	P2
P4	X20 Z-10	P3

Примечание

При имеющейся `DIAMOF` или `DIAM90` заданный путь при указании составного размера (`G91`) программируется как размер радиуса.

Пример: Фрезерование

Указание позиции для точек P1 до P3 в составном размере:



В составном размере для точек P1 до P3 получаются следующие данные позиций:

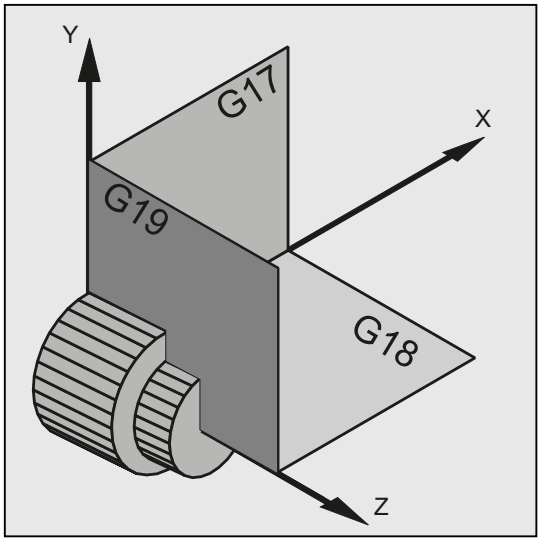
Позиция	Указание позиций в составном размере	Данные относятся к:
P1	X20 Y35	Нулевая точка
P2	X30 Y20	P1
P3	X20 Y -35	P2

1.2 Рабочие плоскости

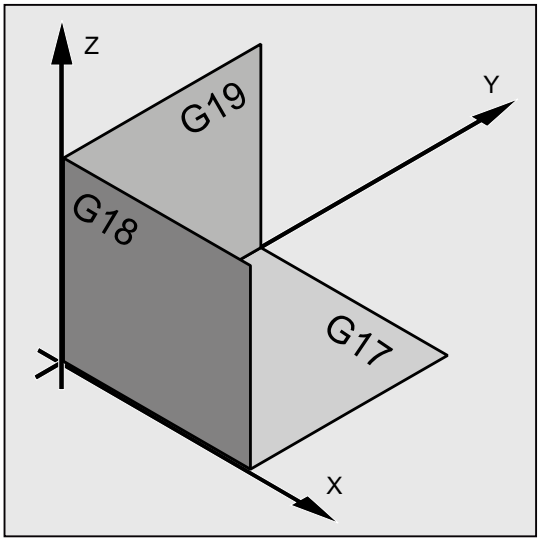
Программа ЧПУ должна содержать информацию о том, в какой плоскости должна выполняться обработка. Только в этом случае СЧПУ при выполнении программы ЧПУ может правильно учитывать значения коррекции инструмента. Кроме этого указание рабочей плоскости имеет значение для определенных видов программирования окружностей и для полярных координат.

Соответственно две оси координат определяют плоскость. Третья ось координат стоит соответственно вертикально на этой плоскости и определяет направление подачи инструмента (к примеру, для обработки 2D).

Рабочие плоскости при токарной / фрезерной обработке



Изображение 1-3 Рабочие плоскости при токарной обработке



Изображение 1-4 Рабочие плоскости при фрезерной обработке

Программирование рабочих плоскостей

Рабочие плоскости определяются в программе ЧПУ с помощью команд G `G17`, `G18` и `G19` следующим образом:

Команда G	Рабочая плоскость	Направление подачи	Абсцисса	Ордината	Аппликата
`G17`	X/Y	Z	X	Y	Z
`G18`	Z/X	Y	Z	X	Y
`G19`	Y/Z	X	Y	Z	X

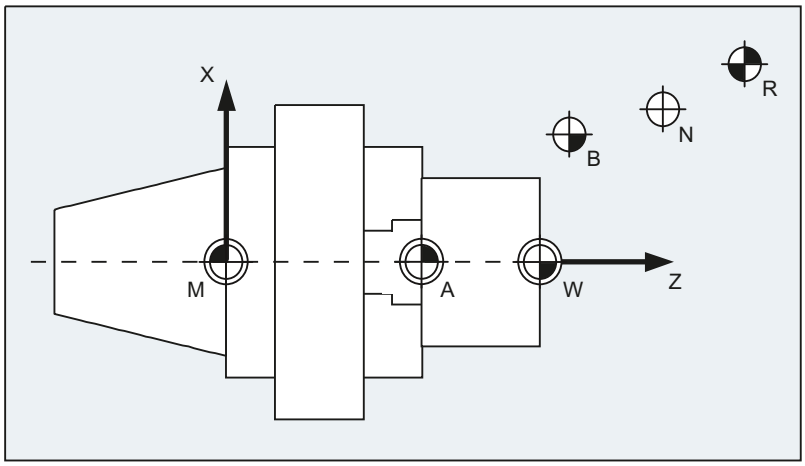
1.3 Нулевые точки и исходные точки

На станке с ЧПУ определены различные нулевые и исходные точки:

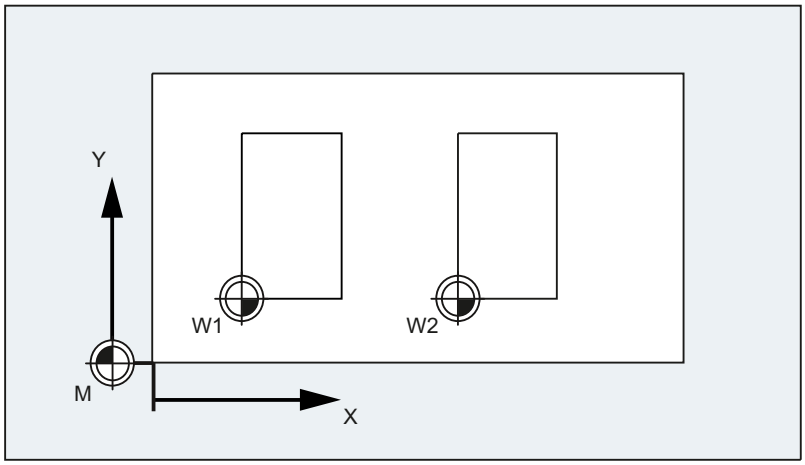
Нулевые точки		
	M	Нулевая точка станка С помощью нулевой точки станка определяется система координат станка (MCS). К нулевой точке станка относятся все другие исходные точки.
	W	Нулевая точка детали = нулевая точка программы Нулевая точка детали определяет систему координат детали относительно нулевой точки станка.
	A	Точка упора Может совпадать с нулевой точкой детали (только у токарных станков)

Исходные точки		
	R	Референтная точка Определенная кулачками и измерительной системой позиция. Расстояние до нулевой точки станка M должно быть известным, чтобы позиция оси в этом месте могла быть установлена точно на это значение.
	B	Стартовая точка Может быть определена через программу. Здесь 1-ый инструмент начинает обработку.
	T	Исходная точка инструментального суппорта Находится на зажиме инструмента. Посредством ввода длин инструмента СЧПУ вычисляет расстояние от острия инструмента до исходной точки инструментального суппорта.
	N	Точка смены инструмента

Нулевые и исходные точки при токарной обработке



Нулевые точки при фрезеровании



1.4 Системы координат

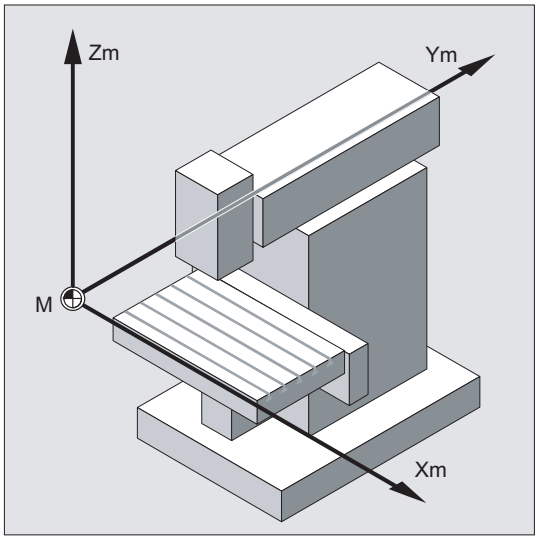
Различаются следующие системы координат:

- Система координат станка (MCS) [Страница 25] с нулевой точкой станка **M**
- Базовая кинематическая система (BKS) [Страница 28]
- Базовая система нулевой точки (BNS) [Страница 30]
- Настраиваемая система нулевой точки (ENS) [Страница 31]
- Система координат детали (WCS) [Страница 32] с нулевой точкой детали **W**

1.4.1 Система координат станка (MCS)

Система координат станка образуется из всех физически имеющихся осей станка.

В системе координат станка определяются референтные точки, точки смены инструмента и паллет (фиксированные точки станка).



Если программирование осуществляется непосредственно в системе координат станка (возможно для некоторых функций G), то обращение осуществляется напрямую к физическим осям станка. Возможно имеющийся зажим детали при этом не учитываются.

Примечание

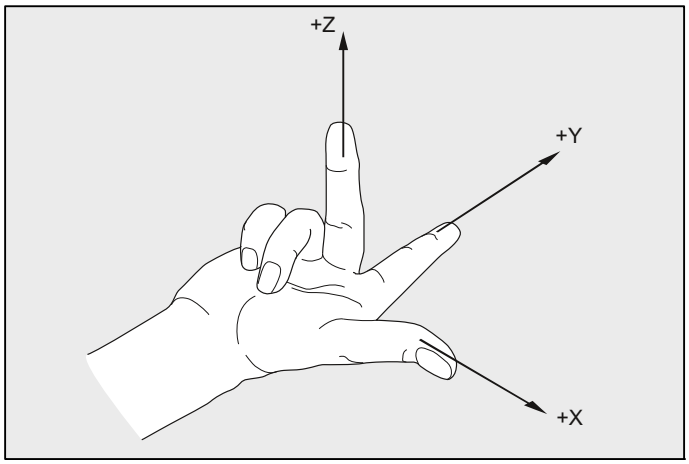
Если существуют различные системы координат станка (к примеру, 5-ти осевая трансформация), то через внутреннюю трансформацию кинематика станка отображается на систему координат, в которой осуществляется программирование.

Правило правой руки

Положение системы координат относительно станка зависит от типа станка. Осевые направления определяются по так называемому "Правилу **правой** руки" (по DIN 66217).

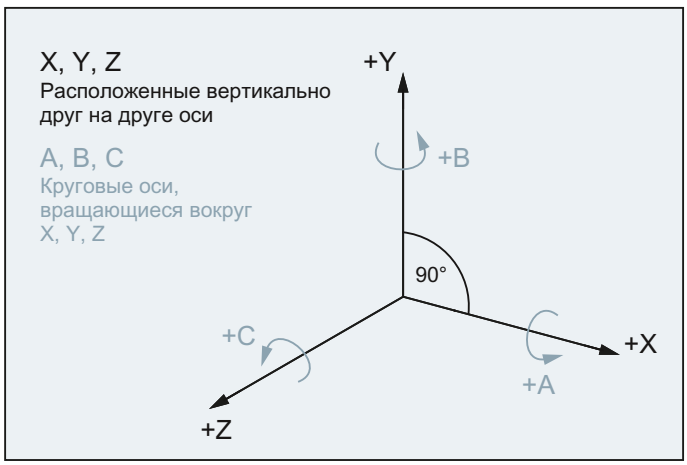
Если встать перед станком и средний палец правой руки направлен против направления подачи главного шпинделя. Тогда:

- Большой палец обозначает направление +X
- Указательный палец - направление +Y
- Средний палец - направление +Z



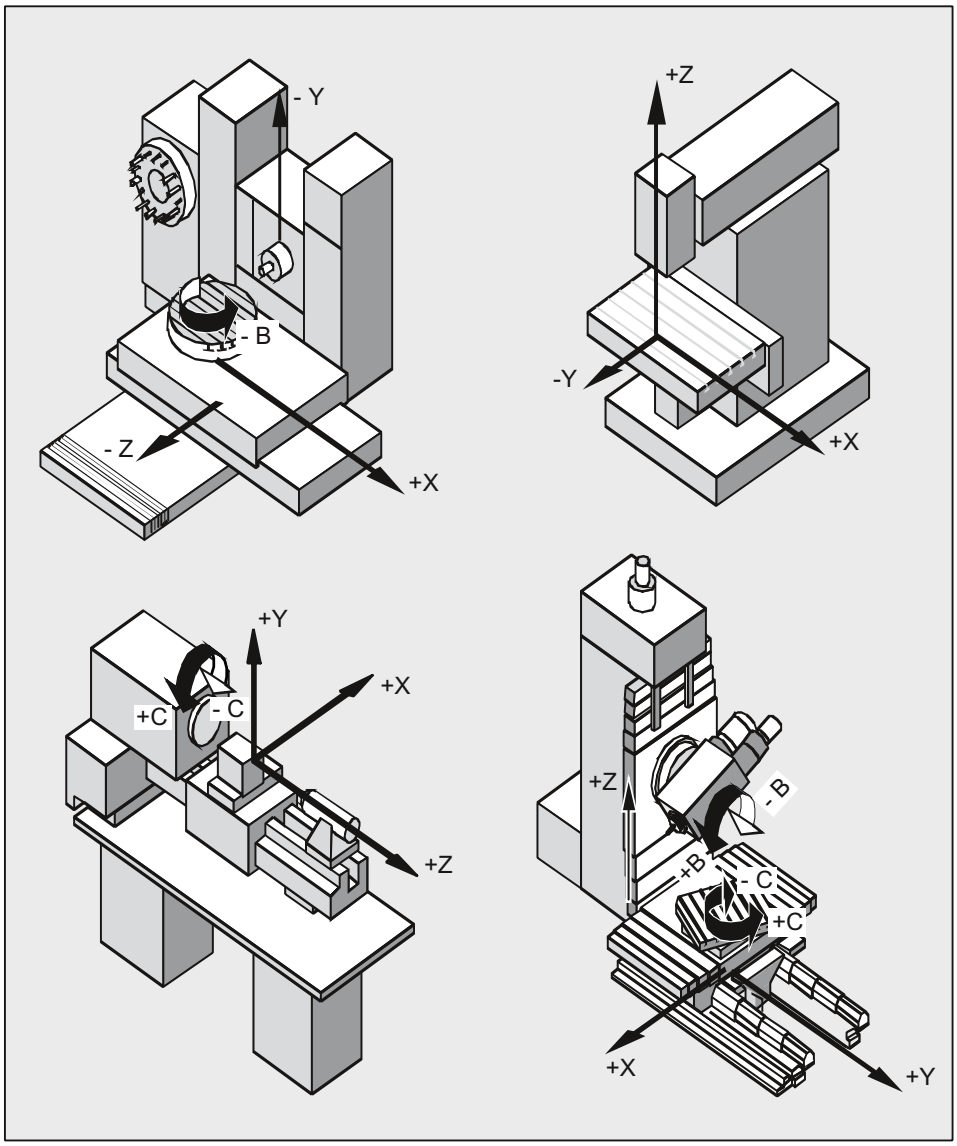
Изображение 1-5 "Правило правой руки"

Вращения вокруг осей координат X, Y и Z обозначаются посредством A, B и C. Направление вращения является положительным тогда, когда вращение выполняется по часовой стрелке, если смотреть в положительном направлении оси координат:



Положение системы координат у различных типов станков

Положение системы координат, получаемое из "правила правой руки", может иметь различную ориентацию у различных типов станков. Ниже несколько примеров:



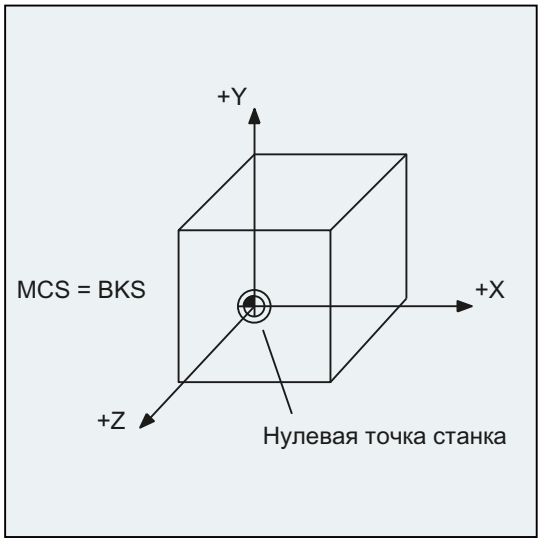
1.4.2 Базовая кинематическая система (BKS)

Базовая кинематическая система (BKS) состоит из трех расположенных под прямым углом осей (геометрические оси), а также других осей (дополнительные оси) без геометрической связи.

Станки без кинематической трансформации

BKS и MCS всегда совпадают в тех случаях, когда BKS может быть отображена на MCS без кинематической трансформации (к примеру, 5-осевая трансформация, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG).

У таких станков имена осей станка и гео-осей могут быть идентичными.

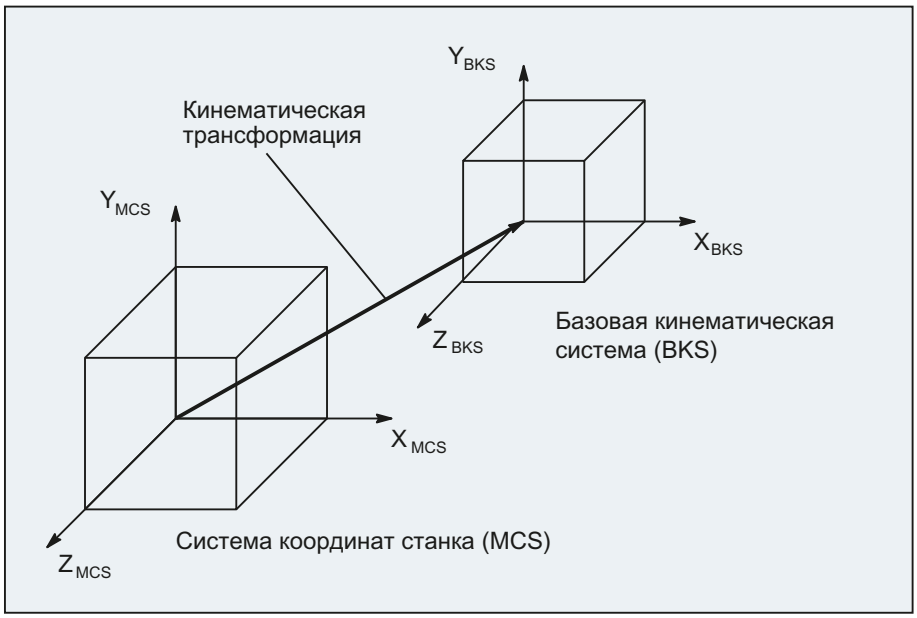


Изображение 1-6 MCS = BCS без кинематической трансформации

Станки без кинематической трансформации

BKS и MCS не совпадают в тех случаях, когда BKS отображается на MCS с кинематической трансформацией (к примеру, 5-осевая трансформация, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG).

У таких станков имена осей станка и гео-осей должны быть различными.



Изображение 1-7 Кинематическая трансформация между MCS и BKS

Кинематика станка

Деталь всегда программируется в двух- или трехмерной прямоугольной системе координат (WCS). Но для изготовления этих деталей все чаще используются станки с круговыми осями или расположенными не под прямым углом линейными осями. Для преобразования запрограммированных в WCS координат (прямоугольных) в реальные движения осей станка служит кинематическая трансформация.

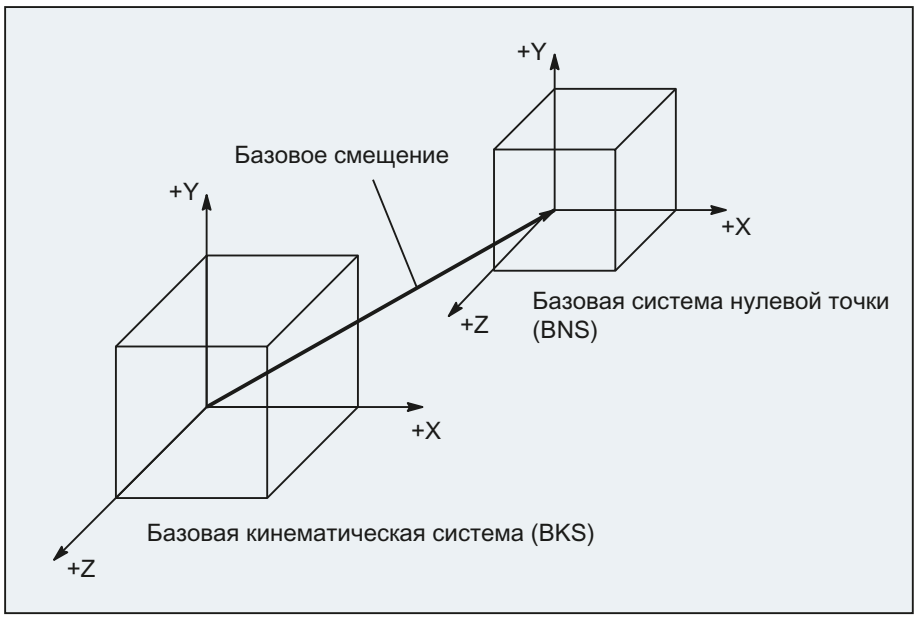
Литература

Описание функций "Расширенные функции"; M1: Кинематическая трансформация

Описание функций "Специальные функции"; F2: Многоосевые трансформации

1.4.3 Базовая система нулевой точки (BNS)

Базовая система нулевой точки (BNS) получается из базовой кинематической системы посредством базового смещения.



Базовое смещение

Базовое смещение описывает преобразование координат между BKS и BNS. С его помощью можно, к примеру, установить нулевую точку паллеты.

Базовое смещение состоит из:

- Внешнее смещение нулевой точки
- Смещение DRF
- Наложенное движение
- Связанные системные фреймы
- Связанные базовые фреймы

Литература

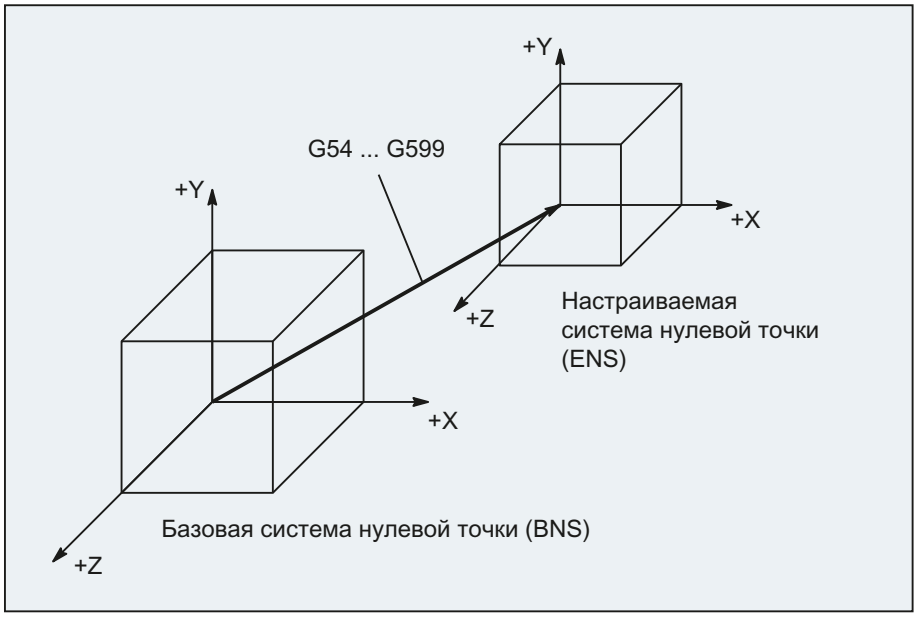
Описание функций "Основные функции"; Оси, системы координат, фреймы (K2)

1.4.4 Настраиваемая система нулевой точки (ENS)

Устанавливаемое смещение нулевой точки

Через устанавливаемое смещение нулевой точки из базовой системы нулевой точки (BNS) получается "Настраиваемая система нулевой точки" (ENS).

Устанавливаемые смещения нулевой точки активируются в программе ЧПУ с помощью команд G `G54`...`G57` и `G505`...`G599`.



Если нет активных программируемых трансформации координат (фреймы), то "Настраиваемой системой нулевой точки" является система координат детали (WCS).

Программируемые трансформации координат (фреймы)

Иногда имеет смысл или требуется переместить в программе ЧПУ первоначально выбранную систему координат детали (или "Настраиваемую систему нулевой точки") на другую позицию и при необходимости повернуть, отразить и/или масштабировать. Это осуществляется через программируемые трансформации координат (фреймы).

См. главу: "Трансформации координат (фреймы)"

Примечание

Программируемые трансформации координат (фреймы) всегда относятся к "Настраиваемой системе нулевой точки".

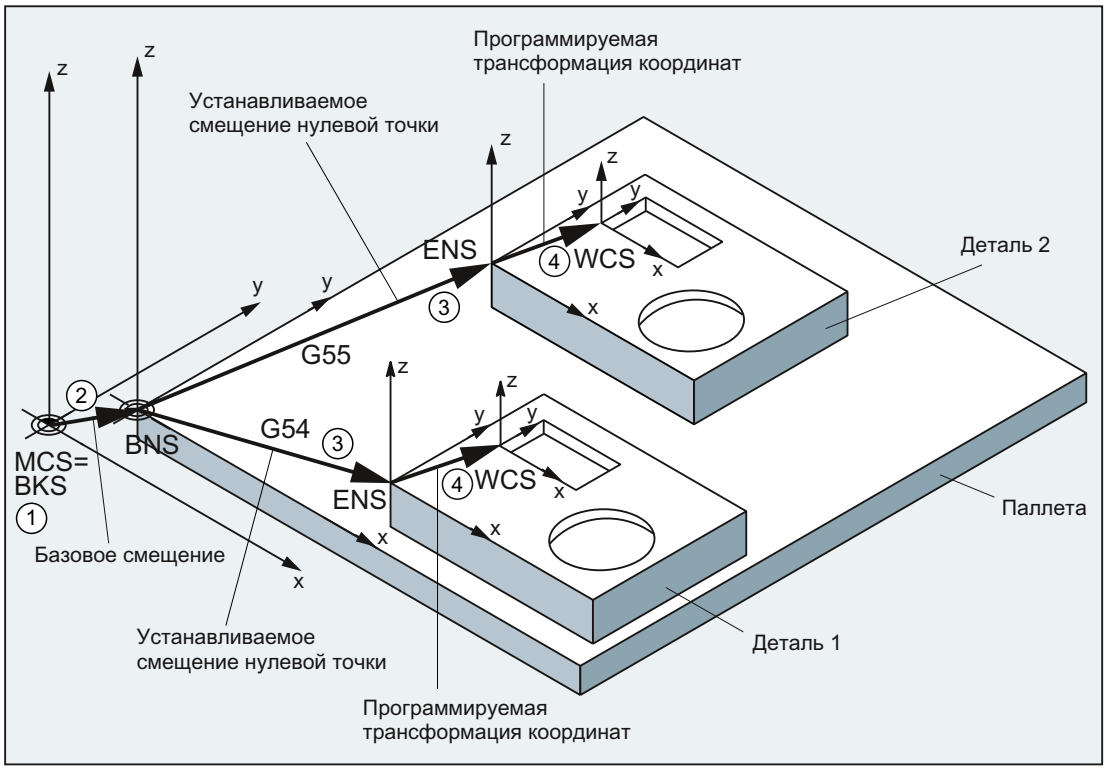
1.4.5 Система координат детали (WCS)

В системе координат детали (WCS) описывается геометрия детали. Т.е: Данные в программе ЧПУ относятся к системе координат детали.

Система координат детали всегда является декартовой системой координат и соответствует определенной детали.

1.4.6 Как связаны различные системы координат?

Пример на рисунке ниже должен еще раз пояснить связи между различными системами координат:



① Кинематическая трансформация не активна, т.е. система координат станка и базовая кинематическая система совпадают.

② Через базовое смещение получается базовая система нулевой точки (BNS) с нулевой точкой палеты.

③ Через устанавливаемое смещение нулевой точки `G54` или `G55` определяется "Настраиваемая система нулевой точки" (ENS) для детали 1 или детали 2.

④ Через программируемую трансформацию координат получается система координат детали (WCS).

Основы программирования ЧПУ 2

Примечание

Директивным руководством по программированию ЧПУ является DIN 66025.

2.1 Наименование программы ЧПУ

Правила по наименованию программ

Каждая программы имеет собственное имя (идентификатор), которое может быть свободно выбрано при создании программы с соблюдением следующих правил:

- Длина имени не должна превышать 24 символа, т.к. только первые 24 символа имени программы индицируются в ЧПУ.
- Допустимыми символами являются:
  - Буквы: A...Z, a...z
  - Цифры: 0...9
  - Символы подчеркивания: _
- Первыми двумя символами должны быть:
  - Две буквы

    или
  - Один символ подчеркивания и одна буква

  Если это условие выполнено, то программа ЧПУ только через указание имени программы может быть вызвана из другой программы как подпрограмма. Если же имя программы начинается с цифр, то вызов подпрограммы возможен только через оператор `CALL`.

Примеры:

_MPF100

WELLE

WELLE_2

Файлы в формате RS232

Созданные на внешнем устройстве файлы программы, которые должны быть загружены через интерфейс V.24 в ЧПУ, должны иметь формат RS232.

Для имени файла в формате RS232 действуют следующие дополнительные правила:

- Имя программы должно начинаться с символа "%":

  %<имя>

- Имя программы должно иметь идентификатор (расширение) из 3 символов:

  %<имя>_xxx

Примеры:

- %_N_WELLE123_MPF
- %Flansch3_MPF

Примечание

Имя файла, сохраненного в памяти ЧПУ, начинается с "_N_".

Литература

Прочую информацию по передаче, созданию и сохранению программ обработки деталей можно найти в Руководстве оператора по Вашему интерфейсу:

2.2 Структура и содержание программы ЧПУ

2.2.1 Кадры и компоненты кадров

Кадры

Программа ЧПУ состоит из последовательности кадров ЧПУ. Каждый кадр содержит данные для выполнения рабочей операции при обработке детали.

Компоненты кадра

Кадры ЧПУ состоят из следующих компонентов:

- Команды (операторы) по DIN 66025
- Элементы высокоуровневого языка программирования ЧПУ

Команды по DIN 66025

Команды по DIN 66025 состоит из символа адреса и цифры или последовательности цифр, представляющей арифметическое значение.

Символ адреса (адрес)

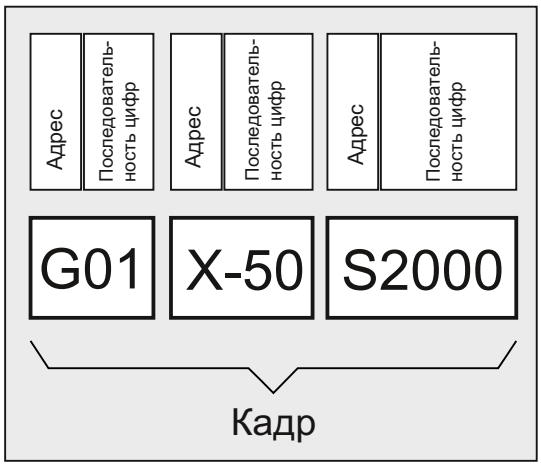
Символ адреса (чаще всего буква) определяет значение команды.

Примеры:

Символ адреса	Значение
G	Функция G (функция перемещения)
X	Информация о длине перемещения для оси X
S	Скорость шпинделя

Последовательность цифр

Последовательность цифр это присвоенное символу адреса значение. Последовательность цифр может включать знак и десятичную точку, при этом знак всегда стоит между буквами адреса и последовательностью цифр. Положительный знак (+) и вводные нули (0) не записываются.



Элементы высокоуровневого языка программирования ЧПУ

Так как набора команд по DIN 66025 более недостаточно для программирования сложных процессов обработки на современных станках, он был дополнен элементами высокоуровневого языка программирования ЧПУ.

К ним, среди прочего, относятся:

- Команды высокоуровневого языка программирования ЧПУ

  В отличие от команд по DIN 66025 команды высокоуровневого языка программирования ЧПУ состоят из нескольких букв адреса, к примеру:

  - `OVR` для коррекции скорости (процентовка)
  - `SPOS` для позиционирования шпинделя

- Идентификаторы (определенные имена) для:
  - системных переменных
  - определенных пользователем переменных
  - подпрограмм
  - кодовых слов
  - меток перехода
  - макросов

ЗАМЕТКА
Идентификатор должен быть однозначным и не может использоваться для различных объектов.

- Операторы сравнения
- Логические операторы
- Функции вычисления
- Управляющие структуры

Литература:
Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава: "Гибкое программирование ЧПУ"

Принцип действия команд

Команды действуют либо модально, либо покадрово:

- Модально

  Модально действующие команды сохраняют свою значимость с запрограммированным значением до тех пор (во всех последующих кадрах), пока:

  - по тому же адресу не будет запрограммировано новое значение.
  - не будет запрограммирована команда, отменяющая действующую прежде команду.

- Покадрово

  Действующие покадрово команды сохраняют свою значимость только в том кадре, в котором они программируются.

Конец программы

Последний кадр в последовательности операций содержит специальное слово для конца программы: `M2`, `M17` или `M30`.

2.2.2 Правила для кадра

Начало кадра

Кадры ЧПУ могут быть обозначены в начале кадра номерами кадров. Они состоят из символа "N" и положительного целого числа, к примеру:
`N40 ...`

Последовательность номеров кадров может быть любой, но рекомендуется растущая последовательность номеров кадров.

Примечание

Номера кадров внутри одной программы должны быть однозначными, чтобы получить однозначный результат при поиске.

Конец кадра

Кадр завершается символом LF (LINE FEED = новая строка).

Примечание

Запись символа LF не требуется. Он автоматически создается через переключение строки.

Длина кадра

Один кадр может содержать макс. **512 символов** (включая комментарий и символ конца кадра LF).

Примечание

Обычно в актуальной индикации кадра на дисплее показываются три кадра с макс. 66 символами каждый. Комментарии также показываются. Сообщения показываются в отдельном окне сообщений.

Последовательность операторов

Для большей наглядности структуры кадра, операторы в кадре должны быть расположены в следующей последовательности:
`N... G... X... Y... Z... F... S... T... D... M... H...`

Адрес	Значение
`N`	Адрес номера кадра
`G`	Функция перемещения
`X,Y,Z`	Информация о длине перемещения
`F`	Подача
`S`	Скорость
`T`	Инструмент
`D`	Номер коррекции инструмента
`M`	Дополнительная функция
`H`	Вспомогательная функция

Примечание

Некоторые адреса могут использоваться несколько раз в одном кадре, к примеру:

`G..., M..., H...`

2.2.3 Присвоения значений

Адресам могут присваиваться значения. При этом действуют следующие правила:

- Символ "=" должен быть записан между адресом и значением, если:
  - адрес состоит более чем из одной буквы.
  - значение состоит более чем из одной постоянной.

  Символ "=" не нужен, если адресом является одна единственная буква и значение состоит только из одной постоянной.
- Знаки разрешены.
- Разделительные символы после буквы адреса разрешены.

Примеры:

`X10`	Присвоение значения (10) адресу X, "=" не требуется
`X1=10`	Присвоение значения (10) адресу (X) с цифровым расширением (1), "=" требуется
`X=10*(5+SIN(37.5))`	Присвоение значения через цифровое выражение, "=" требуется

Примечание

За цифровым расширением всегда должен следовать один из специальных символов "=", "(", "[", ")", "]", "," или оператор, чтобы отличать адрес с цифровым расширением от буквы адреса со значением.

2.2.4 Комментарии

Для того, чтобы сделать программу ЧПУ более понятной, кадры ЧПУ могут быть снабжены комментариями.

Комментарий стоит в конце кадра и отделяются от программной части кадра ЧПУ точкой с запятой (";").

Пример 1:

Программный код	Комментарий
`N10 G1 F100 X10 Y20`	`; Комментарий для объяснения кадра ЧПУ`

Пример 2:

Программный код	Комментарий
`N10`	`; Фирма G&S, заказ Nr. 12A71`
`N20`	`; Программа создана г-ном Мюллером, отдел TV 4, 21.11.94`
`N50`	`; Деталь Nr. 12, корпус для погружного насоса типа TP23A`

Примечание

Комментарии сохраняются и появляются при выполнении программы в актуальной индикации кадра.

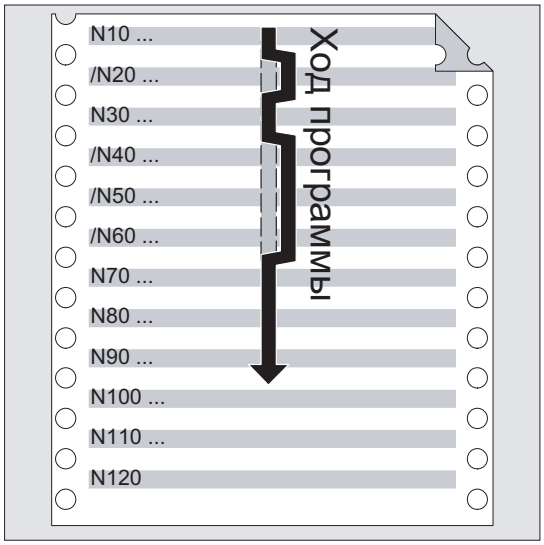
2.2.5 Пропуск кадров

Кадры, которые не должны выполняться не при каждом выполнении программы (к примеру, отладка программы), могут быть пропущены.

Программирование

Кадры, которые должны быть пропущены, обозначаются символом "/" (косая черта) перед номером кадра. Могут пропускаться и несколько последовательных кадров. Операторы в пропущенных кадрах не исполняются, программа продолжается на соответствующем следующем не пропущенном кадре.

Пример:



Программный код	Комментарий
N10 …	; выполняется
/N20 …	; пропущен
N30 …	; выполняется
/N40 …	; пропущен
N70 …	; выполняется

Уровни пропуска

Кадрам могут быть назначены уровни пропуска (макс. 10), которые могут быть активированы через интерфейс.

Программирование выполняется через предустановку косой черты с последующим номером уровня пропуска. На один кадр может быть указан только 1 уровень пропуска.

Пример:

Программный код	Комментарий
/ ...	; Кадр пропускается (1-ый уровень пропуска)
/0 ...	; Кадр пропускается (1-ый уровень пропуска)
/1 N010...	; Кадр пропускается (2-ой уровень пропуска)
/2 N020...	; Кадр пропускается (3-ий уровень пропуска)
...	
/7 N100...	; Кадр пропускается (8-ой уровень пропуска)
/8 N080...	; Кадр пропускается (9-ый уровень пропуска)
/9 N090...	; Кадр пропускается (10-ый уровень пропуска)

Примечание

Количество уровней пропуска, которые могут использоваться, зависит от машинных данных индикации.

Примечание

Изменяемые программные процессы могут создаваться и посредством использования системных и пользовательских переменных для условных переходов.

Создание программы ЧПУ 3

3.1 Базовый принцип

При создании программы ЧПУ само программирование, т.е. преобразование отдельных рабочих операций в язык ЧПУ, часто является лишь небольшой частью работы по программированию.

Перед программированием необходимо осуществить планирование и подготовку рабочих операций. Чем точнее будет спланировано начало и структура программы ЧПУ, тем быстрее и проще будет осуществляться само программирование и тем более наглядной и менее подверженной ошибкам будет готовая программа ЧПУ. Преимущество наглядных программ особо проявляется тогда, когда позднее необходимо вносить изменения.

Так как не каждая часть выглядит точно также, как другая, то не имеет смысла, создавать каждую программу точно по одному и тому же методу. Но для большинства случаев описанный ниже принцип является целесообразным.

Принцип действий

1. Подготовка чертежа детали
   - Определение нулевой точки детали
   - Нанесение системы координат
   - Вычисление возможно отсутствующих координат
2. Определение процесса обработки
   - Когда будут использоваться какие инструменты и для обработки каких контуров?
   - В какой последовательности будут изготовляться отдельные элементы детали?
   - Какие отдельные элементы повторяются (возможно в повернутом виде) и должны быть сохранены в подпрограмме?
   - Имеются ли в других программах обработки деталей или подпрограммах контуры деталей, которые могут быть использованы повторно для актуальной детали?
   - Где целесообразны или необходимы смещения нулевой точки, вращение, отражение, масштабирование (концепция фрейма)?

3. **Создание технологической карты**

   Определить поочередно все процессы обработки станка, к примеру:

   - Движения ускоренным ходом для позиционирования
   - Смена инструмента
   - Определение плоскости обработки
   - Свободный ход для дополнительного измерения
   - Включение/выключение шпинделя, СОЖ
   - Вызов данных инструмента
   - Подача
   - Коррекция траектории
   - Подвод к контуру
   - Отвод от контура
   - и т.д.

4. **Перевод рабочих операций на язык программирования**

   - Запись каждой отдельной операции как кадра ЧПУ (или кадров ЧПУ).

5. **Соединение всех отдельных операций в одной программе**

3.2 Доступные символы

Для создания программ ЧПУ имеются следующие символы:

- Прописные буквы:

  A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N,(O),P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z
- Строчные буквы:

  a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z
- Цифры:

  0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- Специальные символы:

  См. таблицу ниже!

Специальные символы	Значение
%	Символ начала программы (только для создания программы на внешнем PC)
(	Заключение в скобки параметров или в выражениях
)	Заключение в скобки параметров или в выражениях
[	Заключение в скобки адресов или индексов поля
]	Заключение в скобки адресов или индексов поля
<	меньше
>	больше
:	Главный кадр, конец метки, связывающий оператор
=	Присвоение, часть равенства
/	Деление, пропуск кадра
*	Умножение
+	Сложение
-	Вычитание, отрицательный знак
"	Кавычки, идентификация для цепочки символов
'	Апостроф, идентификация для специальных числовых данных: шестнадцатеричные, двоичные
$	Системная идентификация переменных
_	Символ подчеркивания, относится к буквам
?	Зарезервировано
!	Зарезервировано
.	Десятичная точка
,	Запятая, знак разделения параметров
;	Начало комментария
&	Символ форматирования, то же действие, что и пробел
LF	Конец кадра
Табулятор	Разделительный символ
Пробел	Разделительный символ (пробел)

ЗАМЕТКА
Не путать букву "O" с числом "0".

Примечание

Прописные и строчные буквы не различаются (исключение: вызов инструмента).

Примечание

Скрытые специальные символы обрабатываются как символы пробела.

3.3 "Шапка" программы

Кадры ЧПУ, стоящие перед кадрами движения для изготовления контура детали, обозначаются как "шапка" программы.

"Шапка" программы содержит информацию /операторы касательно:

- Смены инструмента
- Коррекций инструмента
- Движение шпинделя
- Регулирование подачи
- Геометрических установок (смещение нулевой точки, выбор рабочей плоскости)

"Шапка" программы при токарной обработке

Пример ниже показывает типичную структуру "шапки" программы ЧПУ для токарной обработки:

Программный код	Комментарий
N10 G0 G153 X200 Z500 T0 D0	; Отвести инструментальный суппорт до поворота инструментального револьвера.
N20 T5	; Повернуть инструмент 5.
N30 D1	; Активировать блок данных резцов инструмента.
N40 G96 S300 LIMS=3000 M4 M8	; Постоянная скорость резания (Vc) = 300 м/мин, ограничение числа оборотов = 3000 об/мин, левое направление вращения, охлаждение вкл.
N50 DIAMON	; Ось X программируется в диаметре.
N60 G54 G18 G0 X82 Z0.2	; Вызвать смещение нулевой точки и рабочую плоскость, подвести к стартовой позиции.
...	

"Шапка" программы при фрезеровании

Пример ниже показывает типичную структуру "шапки" программы ЧПУ для фрезерной обработки:

Программный код	Комментарий
N10 T="SF12"	; как альтернатива: T123
N20 M6	; Запустить смену инструмента
N30 D1	; Активировать блок данных резцов инструмента
N40 G54 G17	; Смещение нулевой точки и рабочая плоскость
N50 G0 X0 Y0 Z2 S2000 M3 M8	; Движение подвода к детали, шпиндель и СОЖ вкл
...	

Если работа осуществляется с ориентацией инструмента / трансформацией координат, то в начале программы необходимо отключить возможно еще активные трансформации:

Программный код	**Комментарий**
`N10 CYCLE800()`	`; Сброс повернутой плоскости`
`N20 TRAFOOF`	`; Сброс TRAORI, TRANSMIT, TRACYL, ...`
`...`	

3.4 Примеры программы

3.4.1 Пример 1: Первые шаги программирования

Пример программы 1 служит для выполнения и проверки первых шагов программирования на ЧПУ.

Принцип действий

1. Создание новой программы обработки детали (имя)
2. Редактирование программы обработки детали
3. Выбор программы обработки детали
4. Активация отдельного кадра
5. Запуск программы обработки детали

Литература:
Руководство оператора к имеющемуся интерфейсу

Примечание

Для того, чтобы программа работала на станке, должны быть правильно установлены машинные данные (→ изготовитель станка!).

Примечание

При проверке программы могут возникать ошибки. Сначала необходимо сбросить эти ошибки.

Пример программы 1

Программный код	Комментарий
N10 MSG("ЭТО МОЯ ПРОГРАММА ЧПУ")	; Вывести сообщение "ЭТО МОЯ ПРОГРАММА ЧПУ" в строке сообщений
N20 F200 S900 T1 D2 M3	; Подача, шпиндель, инструмент, коррекция инструмента, шпиндель вправо
N30 G0 X100 Y100	; Подвод к позиции ускоренным ходом
N40 G1 X150	; Прямоугольник с подачей, прямая в X
N50 Y120	; Прямая в Y
N60 X100	; Прямая в X
N70 Y100	; Прямая в Y
N80 G0 X0 Y0	; Отвод ускоренным ходом
N100 M30	; Конец кадра

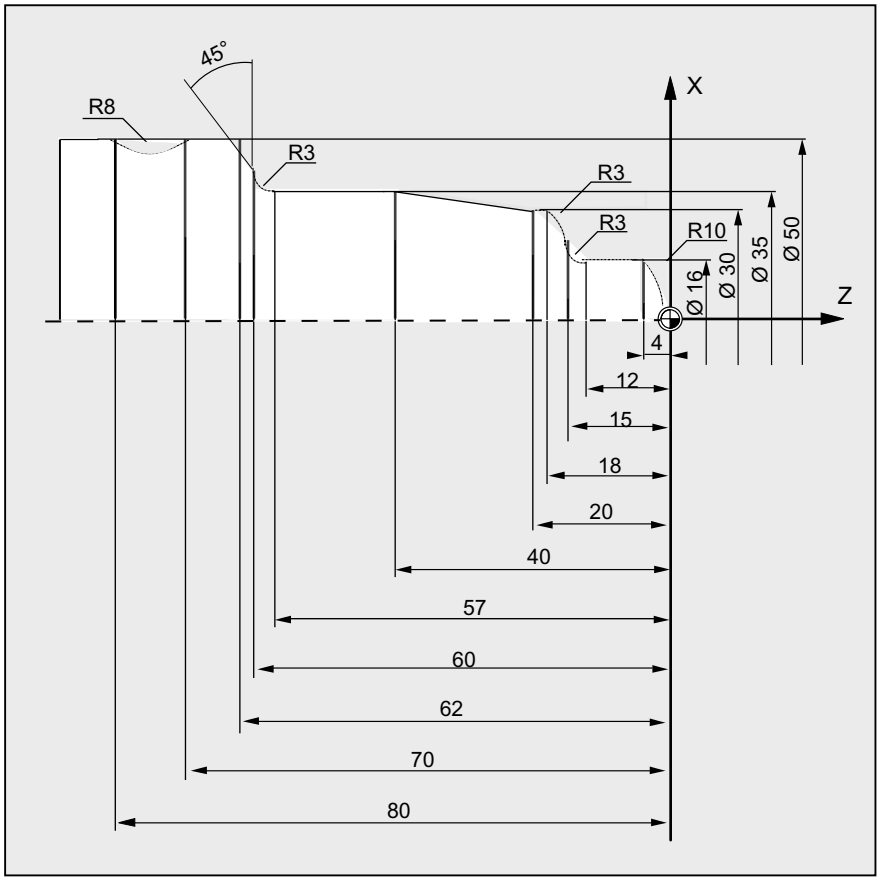
3.4.2 Пример 2: Программа ЧПУ для токарной обработки

Пример программы 2 предназначен для обработки детали на токарном станке. Он содержит программирование радиуса и коррекцию радиуса инструмента.

Примечание

Для того, чтобы программа работала на станке, должны быть правильно установлены машинные данные (→ изготовитель станка!).

Габаритный чертеж детали



Изображение 3-1 Вид сверху

Пример программы 2

Программный код	Комментарий
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Стартовая точка
N10 TRANS X0 Z250	; Смещение нулевой точки
N15 LIMS=4000	; Ограничение числа оборотов (G96)
N20 G96 S250 M3	; Выбор постоянной скорости резания
N25 G90 T1 D1 M8	; Выбор инструмента и коррекции
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Обтачивание радиуса 10
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Обтачивание радиуса 3
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Отключение коррекции радиуса инструмента и подвод к точке смены инструмента
N100 T2 D2	; Вызов инструмента и выбор коррекции
N105 G96 S210 M3	; Выбор постоянной скорости резания
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N115 G1 Z-70 F0.12	; Обтачивание диаметра 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Обтачивание радиуса 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Отвод инструмента и выключение коррекции радиуса инструмента
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Переход к точке смены инструмента
N135 M30	; Конец программы

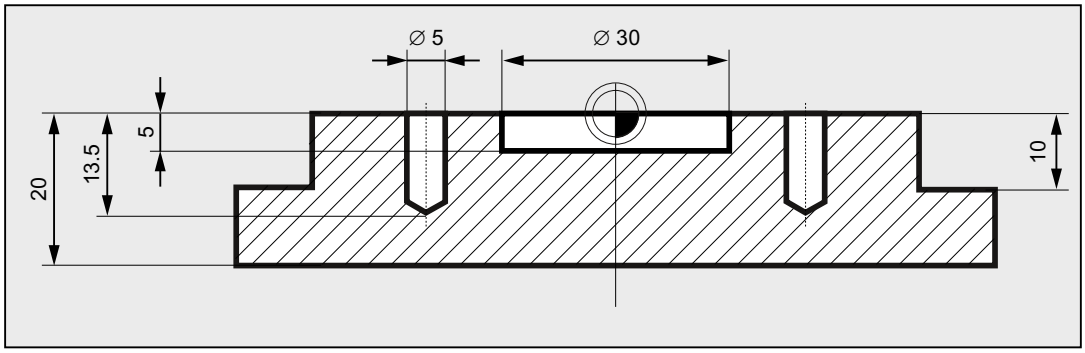
3.4.3 Пример 3: Программа ЧПУ для фрезерной обработки

Пример программы 3 предназначен для обработки детали на вертикальном фрезерном станке. Он содержит фрезерование поверхности и боковых сторон, а также сверление.

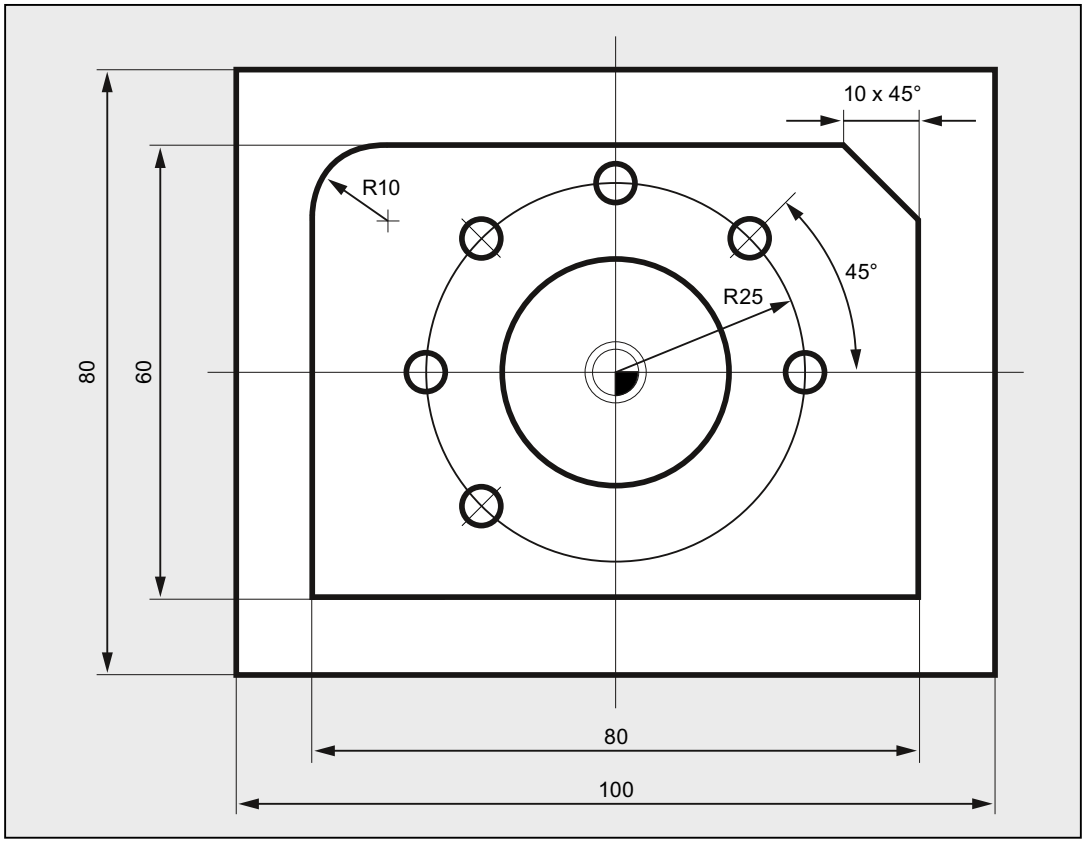
Примечание

Для того, чтобы программа работала на станке, должны быть правильно установлены машинные данные (→ изготовитель станка!).

Габаритный чертеж детали



Изображение 3-2 Вид сбоку



Изображение 3-3 Вид сверху

Пример программы 3

Программный код	Комментарий
N10 T="PF60"	; Предварительный выбор инструмента с именем PF60.
N20 M6	; Установить инструмент в шпиндель.
N30 S2000 M3 M8	; Число оборотов, направление вращения, охлаждение вкл.
N40 G90 G64 G54 G17 G0 X-72 Y-72	; Первичные установки геометрии и подвод к стартовой точке.
N50 G0 Z2	; Ось Z на безопасное расстояние.
N60 G450 CFTCP	; Поведение при активной G41/G42.
N70 G1 Z-10 F3000	; Фреза на глубине контакта с подачей=3000мм/мин.
N80 G1 G41 X-40	; Включение коррекции радиуса фрезы.
N90 G1 X-40 Y30 RND=10 F1200	; Движение по контуру с подачей=1200мм/мин.
N100 G1 X40 Y30 CHR=10	
N110 G1 X40 Y-30	
N120 G1 X-41 Y-30	
N130 G1 G40 Y-72 F3000	; Выключение коррекции радиуса фрезы.
N140 G0 Z200 M5 M9	; Подъем фрезы, шпиндель + охлаждение выкл.
N150 T="SF10"	; Предварительный выбор инструмента с именем SF10.
N160 M6	; Установить инструмент в шпиндель.
N170 S2800 M3 M8	; Число оборотов, направление вращения, охлаждение вкл.
N180 G90 G64 G54 G17 G0 X0 Y0	; Первичные установки геометрии и подвод к стартовой точке.
N190 G0 Z2	
N200 POCKET4(2,0,1,-5,15,0,0,0,0,0,800,1300,0,21,5,,,2,0.5)	; Вызов цикла фрезерования кармана.
N210 G0 Z200 M5 M9	; Подъем фрезы, шпиндель + охлаждение выкл.
N220 T="ZB6"	; Вызвать центровое сверло 6 мм.
N230 M6	
N240 S5000 M3 M8	
N250 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	; Точный останов G60 из-за точного позиционирования.
N260 G0 Z2	

Программный код	Комментарий
N270 MCALL CYCLE82(2,0,1,-2.6,,0)	; Модальный вызов цикла сверления.
N280 POSITION:	; Метка перехода для повторения.
N290 HOLES2(0,0,25,0,45,6)	; Образец позиции для схемы сверления.
N300 ENDLABEL:	; Конечный идентификатор для повторения.
N310 MCALL	; Сброс модального вызова.
N320 G0 Z200 M5 M9	
N330 T="SPB5"	; Вызвать спиральное сверло D5мм.
N340 M6	
N350 S2600 M3 M8	
N360 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	
N370 MCALL CYCLE82(2,0,1,-13.5,,0)	; Модальный вызов цикла сверления.
N380 REPEAT POSITION	; Повторение описания позиции из центрования.
N390 MCALL	; Сброс цикла сверления.
N400 G0 Z200 M5 M9	
N410 M30	; Конец программы

Смена инструмента 4

Тип смены инструмента

У цепных, дисковых и плоских магазинов процесс смены инструмента обычно подразделяется на два этапа:

1. С помощью команды T выполняется поиск инструмента в магазине.
2. После с помощью команды M выполняется установка в шпиндель.

У револьверных магазинов на токарных станках смена инструмента, т.е. поиск и установка, выполняются только с помощью команды T.

Примечание

Тип смены инструмента устанавливается через машинные данные (→ изготовитель станка).

Условия

При смене инструмента:

- Должны быть активированы сохраненные под одним номером D значения коррекции инструмента.
- Должна быть запрограммирована соответствующая рабочая плоскость (первичная установка: G18). Таким образом, обеспечивается согласование коррекции длин инструмента с надлежащей осью.

Управление инструментом (опция)

Программирование смены инструмента у станков с активным управлением инструментом (опция!) отличается от такового у станков без активного управления инструментом. Поэтому обе возможности описываются отдельно.

4.1 Смена инструмента без управления инструментом

4.1.1 Смена инструмента с командой T

Функция

С помощью программирования команды T осуществляется прямая смена инструмента.

Использование

На токарных станках с револьверным магазином.

Синтаксис

Выбор инструмента:

```
T<номер>
T=<номер>
T<n>=<номер>
```

Отмена выбора инструмента:

```
T0
T0=<номер>
```

Значение

T:	Команда для выбора инструмента, включая смену инструмента и активацию коррекции инструмента
<n>:	Номер шпинделя как расширение адреса **Указание:** Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)
<номер>:	Номер инструмента Диапазон значений: 0 - 32000
T0:	Команда для выключения активного инструмента

Пример

Программный код	Комментарий
N10 T1 D1	; Установка инструмента T1 и активация коррекции инструмента D1.
...	
N70 T0	; Отключить инструмент T1.
...	

4.1.2 Смена инструмента с M6

Функция

С помощью программирования команды T выбирается инструмент. Активация инструмента происходит только с M6 (включая коррекцию инструмента).

Использование

На фрезерных станках с цепными, дисковыми или плоскими магазинами.

Синтаксис

Выбор инструмента:
```
T<номер>
T=<номер>
T<n>=<номер>
```

Смена инструмента:
```
M6
```

Отмена выбора инструмента:
```
T0
T0=<номер>
```

Значение

T:	Команда выбора инструмента
<n>:	Номер шпинделя как расширение адреса **Указание:** Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)
<номер>:	Номер инструмента Диапазон значений: 0 - 32000
M6:	Функция M для смены инструмента (согласно DIN 66025) С помощью M6 выбранный инструмент (T...) и коррекция инструмента (D...) активируются.
T0:	Команда для выключения активного инструмента

Пример

Программный код	Комментарий
N10 T1 M6	; Установка инструмента T1.
N20 D1	; Выбор коррекции длин инструмента.
N30 G1 X10 ...	; Работа с T1.
...	
N70 T5	; Предварительный выбор инструмента T5.
N80 ...	; Работа с T1.
...	
N100 M6	; Установка инструмента T5.
N110 D1 G1 X10 ...	; Работа с инструментом T5
...	

4.2 Смена инструмента с управлением инструментом (опция)

Управление инструментом

Опционная функция "Управление инструментом" обеспечивает наличие на станке в любое время надлежащего инструмента на правильном месте и соответствие относящихся к инструменту данных актуальной версии. Кроме этого, она обеспечивает быструю смену инструмента, не допускает брака посредством контроля времени использования инструмента, а также простоя станка посредством учета запасных инструментов.

Имена инструментов

На станке с активным управлением инструментом для однозначной идентификации инструментам должны быть присвоены имена и номера (к примеру, "Сверло", "3").

В этом случае инструмент может вызываться по имени, к примеру:
`T="Сверло"`

ЗАМЕТКА
Имя инструмента не должно содержать специальных символов.

4.2.1 Смена инструмента с помощью команды T при активном управлении инструментом (опция)

Функция

С помощью программирования команды T осуществляется прямая смена инструмента.

Использование

На токарных станках с револьверным магазином.

Синтаксис

Выбор инструмента:
```
T=<место>
T=<имя>
T<n>=<место>
T<n>=<имя>
```

Отмена выбора инструмента:
```
T0
```

Значение

`T=`: Команда смены инструмента и активации коррекции инструмента
В качестве данных возможны:

`<место>`: Номер места в магазине

`<имя>`: Имя инструмента
Указание:
при программировании имени инструмента обратить внимание на правильное написание (прописные/строчные буквы).

`<n>`: Номер шпинделя как расширение адреса
Указание:
Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)

`T0`: Команда отключения инструмента (место в магазине свободно)

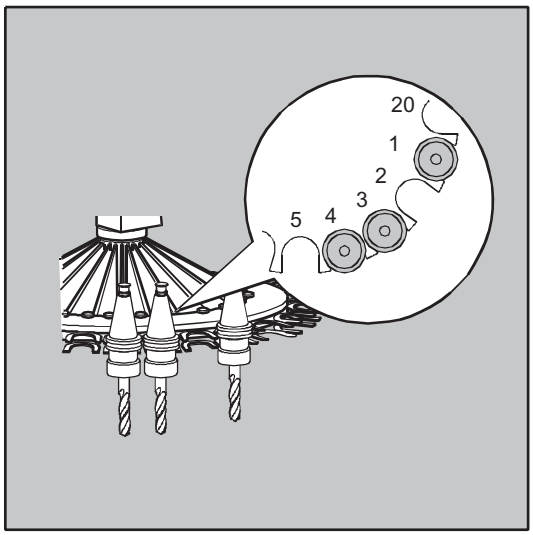
Примечание

Если в магазине инструмента выбранное место не занято, то команда инструмента действует как `T0`. Выбор не занятого места в магазине может использоваться для позиционирования свободного места.

Пример

Револьверный магазин имеет места с 1 по 20 со следующим распределением инструментов:

Место	Инструмент	Группа инструментов	Состояние
1	Сверло, номер гнезда = 1	T15	заблокировано
2	свободно		
3	Сверло, номер гнезда = 2	T10	разрешено
4	Сверло, номер гнезда = 3	T1	активен
5 ... 20	свободно		



В программе ЧПУ запрограммирован следующий вызов инструмента:
`N10 T=1`

Вызов обрабатывается следующим образом:

1. Рассматривается место в магазине 1 и при этом определяется идентификатор инструмента.
2. Управление инструментом определяет, что этот инструмент заблокирован и тем самым не может использоваться.
3. Поиск инструмента T="сверло" запускается согласно установленной стратегии поиска.

   "Поиск активного инструмента", иначе использование следующего с большим номером гнезда."
4. В качестве готового к использованию инструмента найден:

   "Сверло" номер гнезда 3 (на месте в магазине 4)

   Тем самым выбор инструмента завершен и запускается смена инструмента.

Примечание

Для стратегии поиска "Использовать первый доступный инструмент из группы" необходимо определить последовательность в устанавливаемой группе инструментов. В этом случае устанавливается группа T10, т.к. T15 заблокирована.

Согласно стратегии поиска "Берется первый инструмент со статусом 'активный' из группы" устанавливается T1.

4.2.2 Смена инструмента с помощью M6 при активном управлении инструментом (опция)

Функция

С помощью программирования команды `T` выбирается инструмент. Активация инструмента происходит только с `M6` (включая коррекцию инструмента).

Использование

На фрезерных станках с цепными, дисковыми или плоскими магазинами.

Синтаксис

Выбор инструмента:
```
T=<место>
T=<имя>
T<n>=<место>
T<n>=<имя>
```

Смена инструмента:
```
M6
```

Отмена выбора инструмента:
```
T0
```

Значение

`T=`: Команда выбора инструмента
В качестве данных возможны:

- `<место>`: Номер места в магазине
- `<имя>`: Имя инструмента
  Указание:
  при программировании имени инструмента обратить внимание на правильное написание (прописные/строчные буквы).

`<n>`: Номер шпинделя как расширение адреса
Указание:
Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)

`M6`: Функция M для смены инструмента (согласно DIN 66025)
С помощью `M6` выбранный инструмент (`T`...) и коррекция инструмента (`D...`) активируются.

`T0`: Команда отключения инструмента (место в магазине свободно)

Примечание

Если в магазине инструмента выбранное место не занято, то команда инструмента действует как `T0`. Выбор не занятого места в магазине может использоваться для позиционирования свободного места.

Пример

```
Программный код          Комментарий
N10 T=1 M6               ; Замена инструмента  места в магазине 1.
N20 D1                   ; Выбор коррекции длин инструмента.
N30 G1 X10 ...           ; Работа с инструментом T=1.
...
N70 T="Сверло"           ; Предварительный выбор инструмента с именем "Сверло".
N80 ...                  ; Работа с инструментом T=1.
...
N100 M6                  ; Установка сверла.
N140 D1 G1 X10 ...       ; Работа со сверлом.
...
```

4.3 Поведение при неправильном программировании T

Поведение при неправильном программировании T зависит от проектирования станка:

MD22562 TOOL_CHANGE_ERROR_MODE		
Бит	**Значение**	**Значение**
7	0	Первичная установка! При программировании T сразу же проверяется, известен ли NCK номер T. Если это не так, то появляется ошибка.
	1	Запрограммированный номер T проверяется только после выбора D. Если номер T не известен NCK, то при выборе D сигнализируется ошибка. Такое поведение желательно тогда, когда программирование T, к примеру, должно вызвать и позиционирование и данные инструмента для этого отсутствуют (револьверный магазин).

Коррекции инструмента 5

5.1 Общая информация по коррекциям инструмента

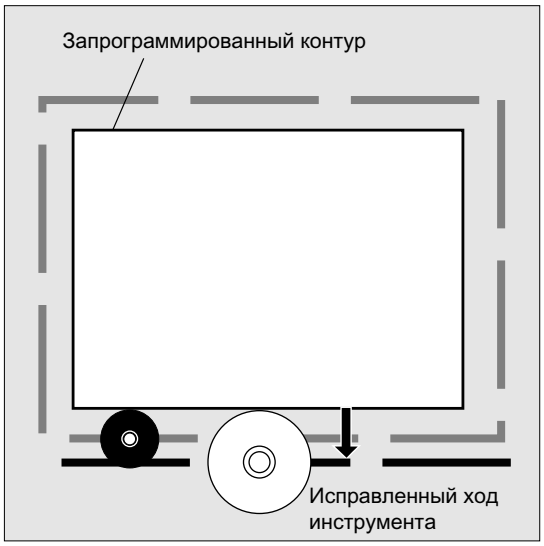
Программирование размеров детали осуществляется напрямую (к примеру, по рабочему чертежу). Поэтому при создании программы нет необходимости учитывать такие данные инструмента, как, к примеру, диаметр фрезы, положение кромок токарного резца (левый/правый токарный резец) и длины инструмента.

СЧПУ корректирует путь перемещения

При изготовлении детали управление путями перемещения инструмента в зависимости от соответствующей геометрии инструмента осуществляется таким образом, что с помощью любого используемого инструмента может быть изготовлен запрограммированный контур.

Для того, чтобы СЧПУ могла бы вычислить ходы инструмента, данные инструмента должны быть внесены в память коррекций инструмента СЧПУ. Через программу ЧПУ вызывается только необходимый инструмент (`T...`) и необходимый блок данных коррекции (`D...`).

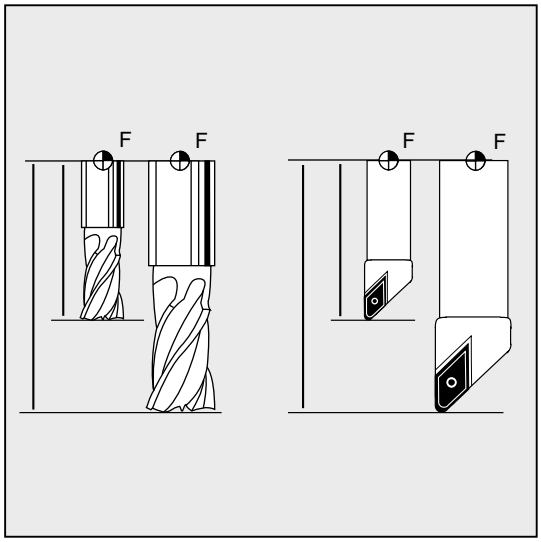
СЧПУ при обработке программы получает необходимые данные коррекции из памяти коррекции инструмента и индивидуально исправляет для различных инструментов траекторию инструмента:



5.2 Коррекция длин инструмента

С помощью коррекции длин инструмента компенсируются разницы длин между используемыми инструментами.

Длиной инструмента является расстояние от исходной точки инструментального суппорта до острия инструмента:



Эта длина измеряется и вместе с задаваемыми значениями износа вводится в память коррекции инструмента СЧПУ. Из них СЧПУ вычисляет движения перемещения в направлении подачи.

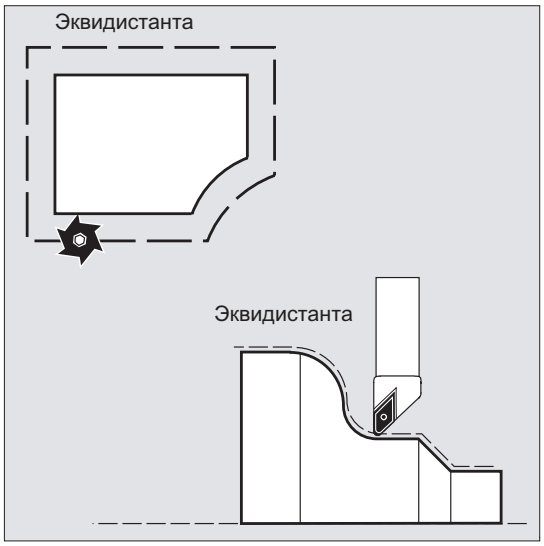
Примечание

Значение коррекции длины инструмента зависит от ориентации инструмента в пространстве.

5.3 Коррекция радиуса инструмента

Контур и ход инструмента не идентичны. Центр фрезы или кромки резца должен перемещаться по эквидистанте к контуру. Для этого СЧПУ необходимы данные по форме инструмента (радиус) из памяти коррекций инструмента.

В зависимости от радиуса и направления обработки при выполнении программы запрограммированная траектория центра инструмента смещается таким образом, что кромка резца инструмента движется точно вдоль желаемого контура:



ЗАМЕТКА
Коррекция радиуса инструмента действует согласно предустановке CUT2D или CUT2DF (см. " Коррекция инструмента 2D (CUT2D, CUT2DF) [Страница 317] ".

Литература

Различные возможности коррекции радиуса инструмента подробно описаны в главе "Коррекции радиуса инструмента".

5.4 Память коррекций инструмента

В памяти коррекций инструмента СЧПУ для каждого резца инструмента должны находиться следующие данные:

- Тип инструмента
- Положение резцов
- Геометрические размеры инструмента (длина, радиус)

Эти данные вносятся как параметры инструмента (макс. 25). Какие параметры необходимы для инструмента, зависит от типа инструмента. Ненужным параметрам инструмента присваивается значение "ноль" (соответствует системной предустановке).

ЗАМЕТКА
Однажды внесенные в память коррекции значения учитываются при каждом вызове инструмента.

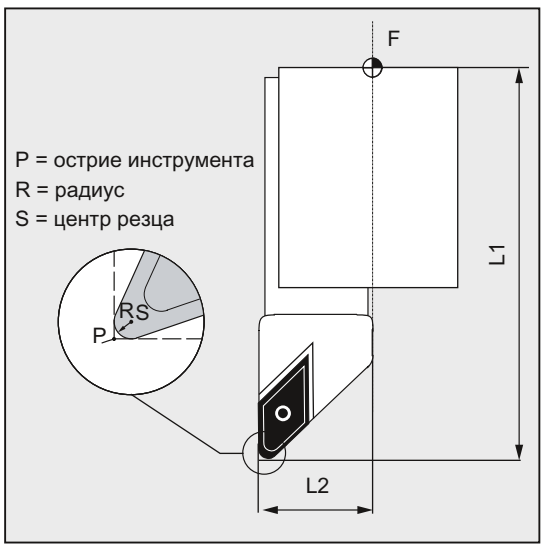
Тип инструмента

Тип инструмента (сверло или фреза или токарные инструменты) определяет, какие геометрические данные необходимы и как они вычисляются.

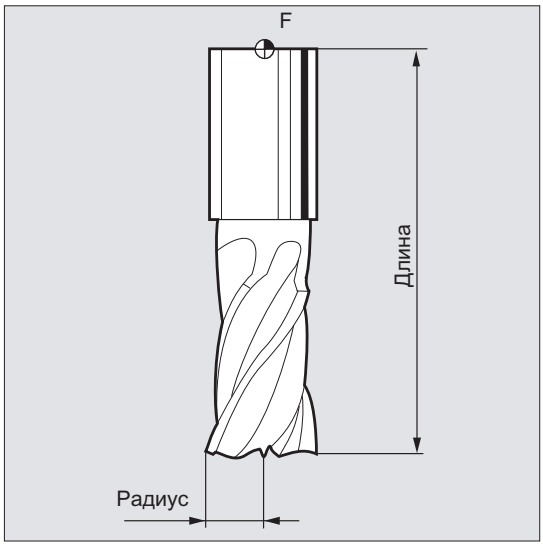
Положение резцов

Положение резца описывает положение острия инструмента P относительно центра резца S.

Положение резца вместе с радиусом резца необходимо для вычисления коррекции радиуса инструмента для токарных инструментов (тип инструмента 5xx).



Геометрические размеры инструмента (длина, радиус)



Геометрические размеры инструмента состоят из нескольких компонентов (геометрия, износ). Из компонентов СЧПУ вычисляет результирующую величину (к примеру, общая длина 1, общий радиус). Соответствующий общий размер начинает действовать при активации памяти коррекций.

Как эти значения будут пересчитаны в осях, определяет тип инструмента и актуальная плоскость (`G17` / `G18` / `G19`).

Литература

Описание функций "Основные функции"; коррекции инструмента (W1); глава: "Резец инструмента"

5.5 Типы инструментов

5.5.1 Общая информация по типам инструментов

Инструменты делятся на типы инструментов. Каждому типу инструмента присвоен 3-значный номер. Первая цифра относит тип инструмента согласно используемой технологии к одной из следующих групп:

Тип инструмента	Группа инструментов
1xy	Фреза
2xy	Сверло
3xy	Зарезервировано
4xy	Шлифовальный инструмент
5xy	Токарный инструмент
6xy	Зарезервировано
7xy	Специальный инструмент, к примеру, наградка

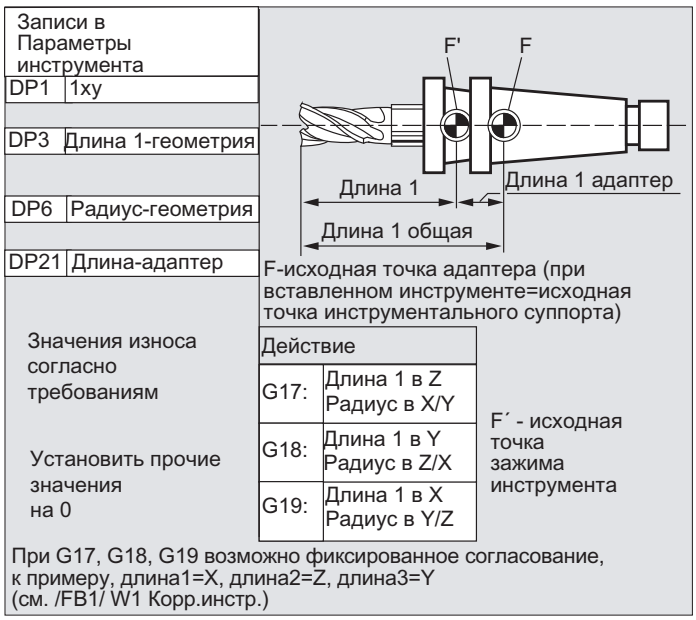
5.5.2 Фрезерный инструмент

В группе инструментов "Фрезерный инструмент" существуют следующие типы инструментов:

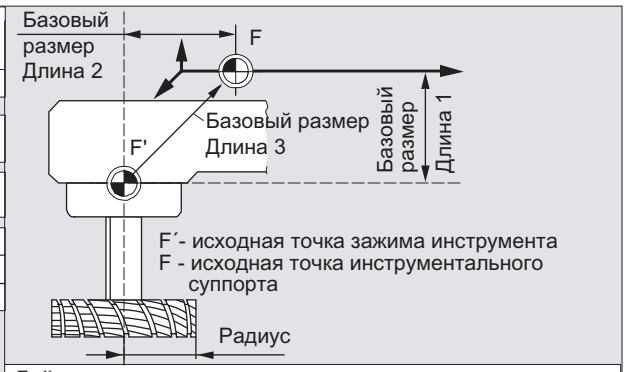
100	Фрезерный инструмент согласно CLDATA (Cutter Location Data)
110	Сферическая фреза (цилиндрическая зенковка)
111	Сферическая фреза (коническая зенковка)
120	Концевая фреза (без закругления углов)
121	Концевая фреза (с закруглением углов)
130	Угловая фреза (без закругления углов)
131	Угловая фреза (с закруглением углов)
140	Торцовая фреза
145	Резьбовая фреза
150	Дисковая фреза
151	Пила
155	Коническая фреза (без закругления углов)
156	Коническая фреза (с закруглением углов)
157	Коническая зенковка
160	Сверлильная резьбовая фреза

Параметры инструмента

Рисунки ниже показывают, какие параметры инструмента (DP...) вносятся в память коррекций для фрезерных инструментов:



Записи в параметры инструмента	
DP1	1xy
DP3	Длина 1-геометрия
DP6	Радиус-геометрия
DP21	Длина 1 -базовая
DP22	Длина 2 -базовая
DP23	Длина 3 -базовая



Значения износа согласно требованиям

Установить прочие значения на 0

Действие		
G17:	Длина 1 в Z Длина 2 в Y Длина 3 в X Радиус/КРИ в X/Y	Z, Y, X
G18:	Длина 1 в Y Длина 2 в X Длина 3 в Z Радиус/КРИ в Z/X	Y, X, Z
G19:	Длина 1 в X Длина 2 в Z Длина 3 в Y Радиус/КРИ в Y/Z	X, Z, Y

При G17, G18, G19 возможно фиксированное согласование, к примеру, длина 1=X, длина 2=Z, длина 3=Y (см. /FB1/ W1 Коррекция инструмента)

Примечание

Краткие описания по параметрам инструментов находятся на интерфейсе.

Дополнительную информацию см.:
Литература:
Описание функций "Основные функции"; Коррекции инструмента (W1)

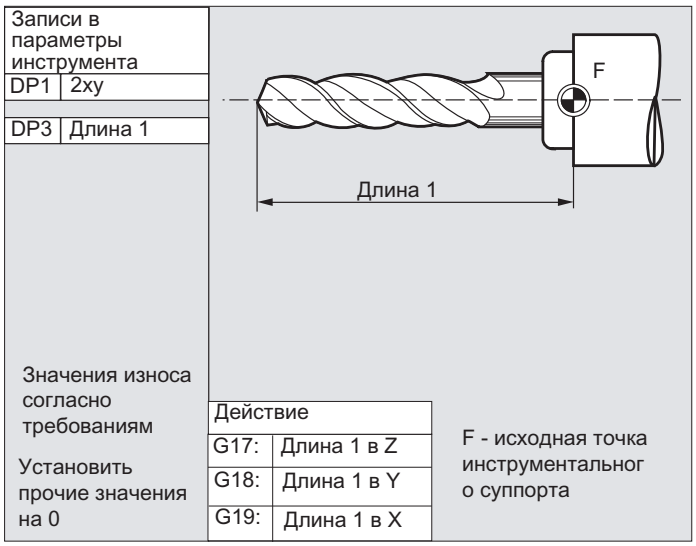
5.5.3 Сверло

В группе инструментов "Сверло" существуют следующие типы инструментов:

200	Спиральное сверло
205	Сплошное сверло
210	Расточная оправка
220	Центровое сверло
230	Коническая зенковка
231	Цековка
240	Метчик основной резьбы
241	Метчик точной резьбы
242	Метчик резьбы Withworth
250	Развертка

Параметры инструмента

Рисунки ниже показывают, какие параметры инструмента (DP...) вносятся в память коррекций для сверл:



Примечание

Краткие описания по параметрам инструментов находятся на интерфейсе.

Дополнительную информацию см.:
Литература:
Описание функций "Основные функции"; Коррекции инструмента (W1)

5.5.4 Шлифовальный инструмент

В группе инструментов "Шлифовальный инструмент" существуют следующие типы инструментов:

400	Периферийный шлифовальный круг
401	Периферийный шлифовальный круг с контролем
402	Периферийный шлифовальный круг без контроля без базового размера (управление инструментом)
403	Периферийный шлифовальный круг с контролем без базового размера для окружной скорости круга SUG
410	Плоский круг
411	Плоский круг (управление инструментом) с контролем
412	Плоский круг (управление инструментом) без контроля
413	Плоский круг с контролем без базового размера для окружной скорости круга SUG
490	Правящий инструмент

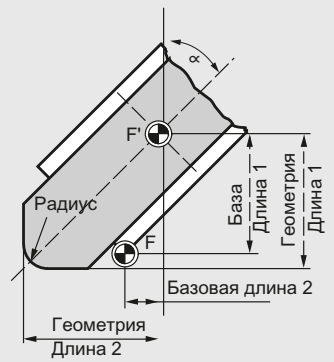
Параметры инструмента

Рисунки ниже показывают, какие параметры инструмента (DP...) вносятся в память коррекций для шлифовального инструмента:

Записи в параметры инструмента			
		TPG1	Номер шпинделя
DP1	403	TPG2	Правило связи
DP2	Положение *	TPG3	Мин. радиус круга
DP3	Длина 1	TPG4	Мин. ширина круга
DP4	Длина 2	TPG5	Актуальная ширина круга
DP6	Радиус	TPG6	Макс. скорость
		TPG7	Макс. окружная скорость
* Положение резцов		TPG8	Угол наклонного круга
Значения износа согласно требованиям		TPG9	Параметр-Nr.д.расч.радиуса
Установить прочие значения на 0			

Действие	
G17:	Длина 1 в Y Длина 2 в X Радиус в X/Y
G18:	Длина 1 в X Длина 2 в Z Радиус в Z/X
G19:	Длина 1 в Z Длина 2 в Y Радиус в Y/Z

F: исходная точка инструментального суппорта



Примечание

Краткие описания по параметрам инструментов находятся на интерфейсе.

Дополнительную информацию см.:
Литература:
Описание функций "Основные функции"; Коррекции инструмента (W1)

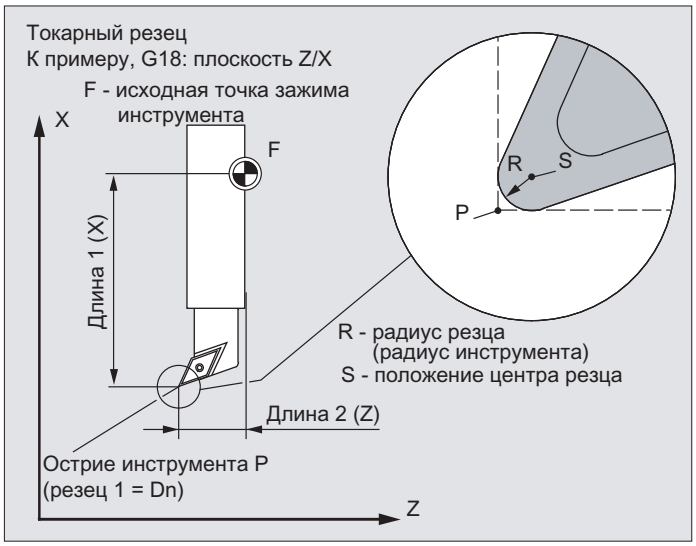
5.5.5 Токарный инструмент

В группе инструментов "Токарный инструмент" существуют следующие типы инструментов:

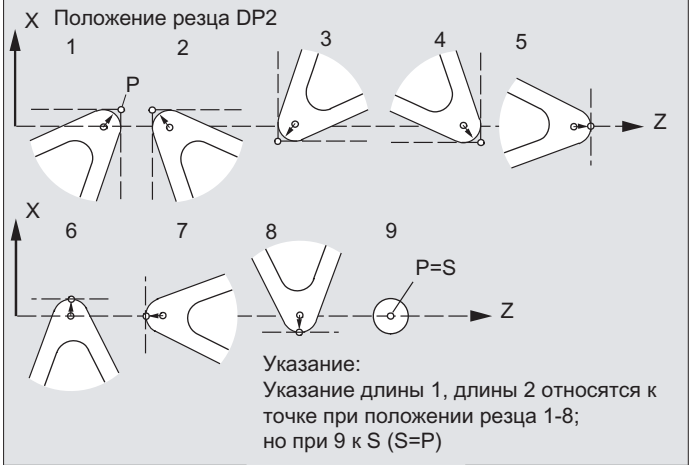
500	Обдирочный резец
510	Чистовой резец
520	Прорезной резец
530	Отрезной резец
540	Резьбовой резец
550	Фигурный резец/ профильный резец (управление инструментом)
560	Коловорот (ECOCUT)
580	Измерительный щуп с параметром положения резцов

Параметры инструмента

Рисунки ниже показывают, какие параметры инструмента (DP...) вносятся в память коррекций для токарных инструментов:



Параметр инструмента DP2 указывает положение резца.
Возможно значение положения 1 до 9.



Указание:
Указание длины 1, длины 2 относятся к точке при положении резца 1-8;
но при 9 к S (S=P)

Записи в параметры инструмента	
DP1	5xy
DP2	1...9
DP3	Длина 1
DP4	Длина 2
DP6	Радиус

Значения износа согласно требованиям

Установить прочие значения на 0

Действие	
G17	Длина 1 в Y Длина 2 в X
G18	Длина 1 в X Длина 2 в Z
G19	Длина 1 в Z Длина 2 в Y

Примечание

Краткие описания по параметрам инструментов находятся на интерфейсе.

Дополнительную информацию см.:
Литература:
Описание функций "Основные функции"; Коррекции инструмента (W1)

5.5.6 Специальный инструмент

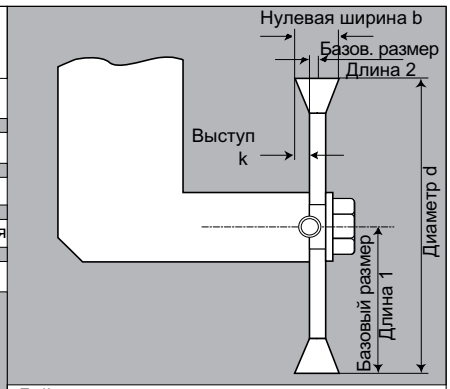
В группе инструментов "Специальный инструмент" существуют следующие типы инструментов:

700	Наградка
710	Измерительный щуп 3D
711	Контурный щуп
730	Упор

Параметры инструмента

Рисунок ниже показывает, какие параметры инструмента (DP...) вносятся в память коррекций для типа инструмента "Наградка":

Записи в параметры инструмента	
DP3	Длина 1 - базовая
DP4	Длина 2 - базовая
DP6	Диаметр -геометрия
DP7	Нул. ширина -геометрия
DP8	Выступ -геометрия



Значения износа согласно требованиям

Установить прочие значения на 0

Действие

G17:	Половина диаметра (L1) в X Выступ в (L2) Y Полотно пилы в (R) X/Y	Выбор плоскостей 1-ая-2-ая ось (X-Y)
G18:	Половина диаметра (L1) в Y Выступ в (L2) X Полотно пилы в (R) Z/X	Выбор плоскостей 1-ая-2-ая ось (X-Z)
G19:	Половина диаметра (L1) в Z Выступ в (L2) Z Полотно пилы в (R) Y/Z	Выбор плоскостей 1-ая-2-ая ось (Y-Z)

Примечание

Краткие описания по параметрам инструментов находятся на интерфейсе.

Дополнительную информацию см.:
Литература:
Описание функций "Основные функции"; Коррекции инструмента (W1)

5.5.7 Правило связи

Коррекции длин "геометрия", "износ" и "базовый размер" могут быть соответственно связаны для левой и правой коррекции круга, т.е. при изменении коррекции длин для левого резца значения автоматически вносятся и для правого резца и наоборот.

Литература

Описание функций "Расширенные функции"; Шлифование (W4)

5.6 Вызов коррекции инструмента (D)

Функция

С 1 по 8 (при активном управлении инструментом 12) резцом одного инструмента могут быть согласованы различные блоки данных коррекции инструмента (к примеру, различные значения коррекции для левой и правой кромки у прорезного резца).

Активация параметров коррекции (среди них данные для коррекции длин инструмента) специального резца осуществляется через вызов номера D. При программировании `D0` коррекции для инструмента не действуют.

Коррекция радиуса инструмента должна быть включена дополнительно через `G41` / `G42`.

Примечание

Коррекции длин инструмента действует, если запрограммирован номер D. Если номер D не запрограммирован, то при смене инструмента активна определенная через машинные данные стандартная установка (→ см. Указания изготовителя станка).

Синтаксис

Активация блока данных коррекции инструмента:
`D<номер>`

Активация коррекции радиуса инструмента:
```
G41 ...
G42 ...
```

Деактивация коррекций инструмента:
```
D0
G40
```

Значение

`D`:	Команда активации блока данных коррекции для активного инструмента Коррекция длин инструмента выводится при первом запрограммированном перемещении соответствующей оси коррекции длин. **Внимание:** Коррекция длин инструмента действует и без программирования D, если для смены инструмента сконфигурирована автоматическая активация резца инструмента (→ См. Указания изготовителя станка).
`<номер>`:	Через параметр <номер> указывается активируемый блок данных коррекции инструмента. Тип программирования D зависит от проектирования станка (см. абзац "Тип программирования D"). Диапазон значений: 0 - 32000

`D0`:	Команда деактивации блока данных коррекции для активного инструмента
`G41`:	Команда включения коррекции радиуса инструмента с направлением обработки **слева** от контура
`G42`:	Команда включения коррекции радиуса инструмента с направлением обработки **справа** от контура
`G40`:	Команда отключения коррекции радиуса инструмента

Примечание

Коррекция радиуса инструмента подробно описана в главе "Коррекции радиуса инструмента".

Тип программирования D

Тип программирования D устанавливается через машинные данные.

Существуют следующие возможности:

- Номер D = номер резца

  Для каждого инструмента T<номер> (без управления инструментом) или T="имя" (с управлением инструментом) существуют номера D от 1 до макс. 12. Эти номера D напрямую присвоены резцам инструментов. Для каждого номера D (= номер резца) существует блок данных коррекции ($TC_DPx[t,d]).

- Свободный выбор номеров D

  Номера D могут свободно согласовываться с номерами резцов инструмента. Верхняя граница используемых номеров D установлена через машинные данные.

- Абсолютные номера D без связи с номером T

  В системах без управления инструментом можно выбрать независимость номера D от номера T. Отношение номера T, резца и коррекции через номер D определяет пользователь. Диапазон номеров D лежит между 1 и 32000.

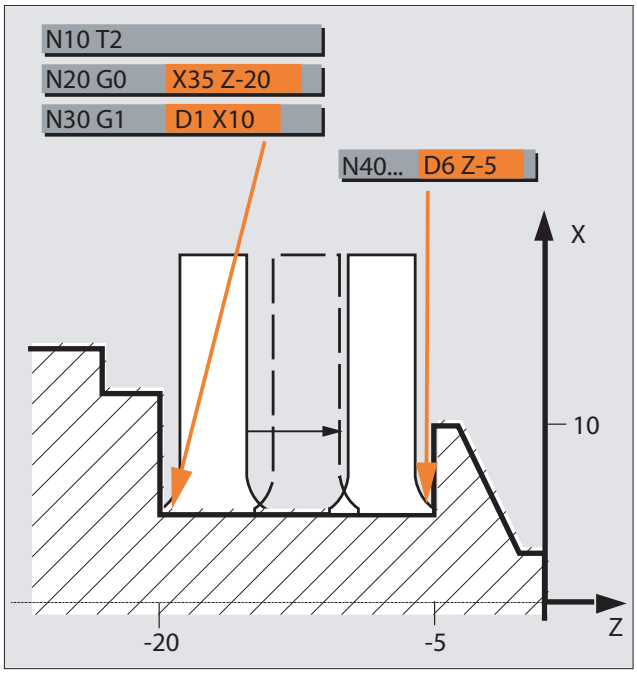
Литература:
Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)
Описание функций "Управление инструментом"; глава: "Варианты согласования номеров D"

Примеры

Пример 1: Смена инструмента с командой T (токарная обработка)

Программный код	Комментарий
N10 T1 D1	; Установить инструмент T1 и активировать блок данных коррекции инструмента D1 из T1.
N11 G0 X... Z...	; Выводятся коррекции длин.
N50 T4 D2	; Установить инструмент T4 и активировать блок данных коррекции инструмента D2 из T4.
...	
N70 G0 Z... D1	; Активировать другой резец D1 для инструмента T4.

Пример 2: Разные значения коррекции для левой и правой кромки прорезного резца



5.7 Изменение данных коррекции инструмента

Активность

Изменение данных коррекции инструмента начинает действовать после повторного программирования T или D.

Активация данных коррекции инструмента без задержки

Через следующие машинные данные можно установить, что соответствующие данные коррекции инструмента будут активированы сразу же:

MD9440 $MM_ACTIVATE_SEL_USER

⚠ ОПАСНОСТЬ
Если MD9440 установлены, то коррекции инструмента, возникшие из-за изменений данных коррекции инструмента **при останове программы обработки детали**, выводятся при продолжении программы обработки детали.

5.8 Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR)

Функция

С помощью команд TOFFL/TOFF и TOFFR пользователь может в программе ЧПУ изменить эффективную длину инструмента или эффективный радиус инструмента, не изменяя находящиеся в памяти коррекций данные коррекции инструмента.

При завершении программы эти запрограммированные смещения снова удаляются.

Смещение длины инструмента

Запрограммированные смещения длин инструмента, в зависимости от типа программирования, согласуются либо с находящимися в памяти коррекций компонентами длин инструмента L1, L2 и L3 (TOFFL), либо с геометрическими осями (TOFF). В соответствии с этим запрограммированные смещения обрабатываются при смене плоскости (G17/G18/G19 ↔ G17/G18/G19):

- Если значения смещения согласованы с компонентами длин инструмента, то направления, в которых действуют запрограммированные смещения, соответственно изменяются.
- Если значения смещения согласованы с гео-осями, то смена плоскостей не влияет на согласование касательно осей координат.

Смещение радиуса инструмента

Для программирования смещения радиуса инструмента имеется команда TOFFR.

Синтаксис

Смещение длин инструмента:

```
TOFFL=<значение>
TOFFL[1]=<значение>
TOFFL[2]=<значение>
TOFFL[3]=<значение>
TOFF[<гео-ось>]=<значение>
```

Смещение радиуса инструмента:

```
TOFFR=<значение>
```

Значение

TOFFL: Команда для коррекции эффективной длины инструмента

TOFFL может быть запрограммирована с или без индекса:

- Без индекса: TOFFL=

  Запрограммированное значение смещения действует в направлении, в котором действует и находящийся в памяти коррекций компонент длин инструмента **L1**.

- С индексом: TOFFL[1]=, TOFFL[2]= или TOFFL[3]=

  Запрограммированное значение смещения действует в направлении, в котором действует и находящийся в памяти коррекций компонент длин инструмента **L1, L2** или **L3**.

Команды TOFFL и TOFFL[1] идентичны по своему действию.

Указание:
Как значения коррекции длин инструмента будут пересчитаны в осях, определяет тип инструмента и актуальная плоскость (G17 / G18 / G19).

TOFF: Команда для коррекции длины инструмента в компоненте, параллельном указанной гео-оси

TOFF действует в направлении компонента длин инструмента, который у не повернутого инструмента (ориентируемый инструментальный суппорт или трансформация ориентации) действует параллельно указанной в индексе <гео-оси>.

Указание:
Фрейм не влияет на согласование запрограммированных значений с компонентами длин инструмента, т.е. для согласования компонентов длин инструмента с гео-осями в основу кладется не система координат детали (WCS), а система координат инструмента в первичной установке инструмента.

<гео-ось>: Идентификатор гео-оси

TOFFR: Команда для коррекции эффективного радиуса инструмента

TOFFR изменяет эффективный радиус инструмента **при активной коррекции радиуса инструмента** на запрограммированное значение смещения.

<значение>: Значение смещения для длины или радиуса инструмента

Тип: REAL

Примечание

КомандаTOFFR по своему действию практически идентична команде OFFN(см. " Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN) [Страница 277] "). Разница возникает лишь при активной криволинейной трансформации боковой поверхности (TRACYL) и активной коррекции стенки паза. В этом случае ≤ OFFN действует с отрицательным знаком на радиус инструмента, TOFFR, напротив, с положительным знаком.

OFFN и TOFFR могут действовать одновременно. В этом случае они, как правило, действуют аддитивно (за исключением случая коррекции стенки паза).

Дополнительные синтаксические правила

- Длина инструмента может быть изменена одновременно во всех трех компонентах. Но в одном кадре не могут одновременно использоваться команды группы `TOFFL`/ `TOFFL[1..3]` с одной стороны и группы `TOFF[<гео-ось>]` с другой стороны.

  Также в одном кадре не могут быть одновременно записаны `TOFFL` и `TOFFL[1]`.

- Если в кадре программируются не все три компонента длин инструмента, то не запрограммированный компонент остается без изменений. Благодаря этому возможно покадровое составление коррекций для нескольких компонентов. Но это действует только до тех пор, пока компоненты инструмента изменяются только с `TOFFL` или только с `TOFF` . Смена типа программирования с `TOFFL` на `TOFF` или наоборот сначала удаляет все возможно запрограммированные ранее смещения длин инструмента (см. пример 3).

Граничные условия

- **Обработка установочных данных**

  При согласовании запрограммированных значений смешения с компонентами длин инструмента обрабатываются следующие установочные данные:

  SD42940 $SC_TOOL_LENGTH_CONST (смена компонентов длин инструмента при смене плоскости)

  SD42950 $SC_TOOL_LENGTH_TYPE (согласование компонентов длин инструмента независимо от типа инструмента)

  Если эти установочные данные имеют действительные значения, отличные от 0, то они имеют приоритет перед содержанием группы кода G 6 (выбор плоскостей `G17` - `G19`) или перед содержащимся в данных инструмента типом инструмента ($TC_DP1[<T–Nr.>, <D–Nr.>]), т.е. эти установочные данные влияют на нормирование смещений также, как и компоненты длин инструмента L1 до L3.

- **Смена инструмента**

  Все значения смещений сохраняются при смене инструмента (смене резцов), т.е. они продолжают действовать и при новом инструменте (новом резце).

Примеры

Пример 1: Положительное смещение длины инструмента

Активным инструментом является сверло с длиной L1 = 100 мм.

Активной плоскостью является `G17`, т.е. сверло указывает в направлении Z.

Эффективная длина сверла должна быть увеличена на 1 мм. Для программирования этого смещения длины инструмента существуют следующие варианты:

```
TOFFL=1
```

или

```
TOFFL[1]=1
```

или

```
TOFF[Z]=1
```

Пример 2: Отрицательное смещение длины инструмента

Активным инструментом является сверло с длиной L1 = 100 мм.

Активной плоскостью является G18, т.е. сверло указывает в направлении Y.

Эффективная длина сверла должна быть уменьшена на 1 мм. Для программирования этого смещения длины инструмента существуют следующие варианты:
TOFFL=-1

или
TOFFL[1]=-1

или
TOFF[Y]=1

Пример 3: Смена типа программирования с TOFFL на TOFF

Активным инструментом является фрезерный инструмент. Активной плоскостью является G17.

Программный код	Комментарий
N10 TOFFL[1]=3 TOFFL[3]=5	; Эффективные смещения: L1=3, L2=0, L3=5
N20 TOFFL[2]=4	; Эффективные смещения: L1=3, L2=4, L3=5
N30 TOFF[Z]=1.3	; Эффективные смещения: L1=0, L2=0, L3=1.3

Пример 4: Смена плоскостей

Программный код	Комментарий
N10 $TC_DP1[1,1]=120	
N20 $TC_DP3[1,1]=100	; Длина инструмента L1=100мм
N30 T1 D1 G17	
N40 TOFF[Z]=1.0	; Смещение в направлении Z (соответствует L1 при G17).
N50 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y0 Z101
N60 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y100 Z1
N70 G17	
N80 TOFFL=1.0	; Смещение в направлении L1 (соответствует Z при G17).
N90 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y0 Z101.
N100 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y101 Z0.

В этом примере при смене на G18 в кадре N60 сохраняется смещение в 1 мм в оси Z, эффективная длина инструмента в оси Y это длина инструмента в 100мм без изменений.

В кадре N100 смещение при смене на G18 напротив действует в оси Y, т.к. при программировании оно было согласовано с длиной инструмента L1, и этот компонент длины при G18 действует в оси Y.

Дополнительная информация

Приложения

Функция "Программируемое смещение коррекции инструмента" особенно интересна для шаровой фрезы и фрезы с угловыми радиусами, т.к. они в системе CAM часто вычисляются на центре сферы, а не на вершине сферы. Но при измерении инструмента, как правило, измеряется острие инструмента и в качестве длины инструмента помещается в память коррекций.

Системные переменные для чтения актуальных значений смещения

Актуальные действующие смещения могут быть считаны с помощью следующих системных переменных:

Системная переменная		Значение
$P_TOFFL [<n>]	где 0 ≤ n ≤ 3	Считывает актуальное значение смещения `TOFFL` (при n = 0) или `TOFFL[1...3]` (при n = 1, 2, 3) в контексте предварительной обработки.
$P_TOFF [<гео-ось>]		Считывает актуальное значение смещения `TOFF[<гео-ось>]` в контексте предварительной обработки.
$P_TOFFR		Считывает актуальное значение смещения `TOFFR` в контексте предварительной обработки.
$AC_TOFFL[<n>]	где 0 ≤ n ≤ 3	Считывает актуальное значение смещения `TOFFL` (при n = 0) или `TOFFL[1...3]` (при n = 1, 2, 3) в контексте главного хода (синхронные действия).
$AC_TOFF[<гео-ось>]		Считывает актуальное значение смещения `TOFF[<гео-ось>]` в контексте главного хода (синхронные действия).
$AC_TOFFR		Считывает актуальное значение смещения `TOFFR` в контексте главного хода (синхронные действия).

Примечание

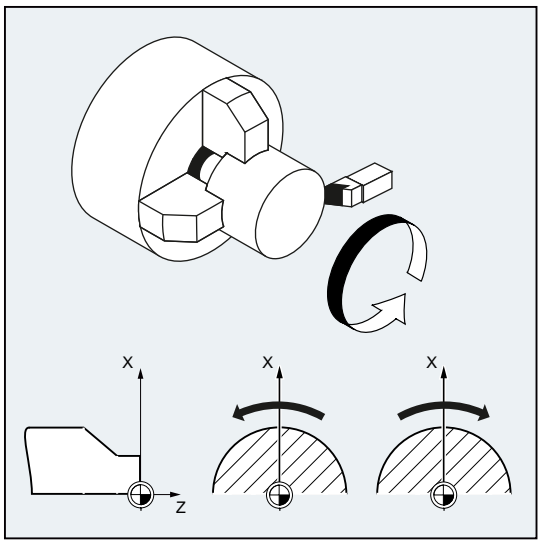
Системные переменные $AC_TOFFL, $AC_TOFF и AC_TOFFR при чтении из контекста предварительной обработки (программа ЧПУ) вызывают автоматическую остановку предварительной обработки.

Движение шпинделя 6

6.1 Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5)

Функция

Указание скорости и направления вращения запускают вращательное движение шпинделя и создают условие для обработки резаньем.



Изображение 6-1 Движение шпинделя при токарной обработке

Наряду с главным шпинделем, возможно наличие и других шпинделей (к примеру, у токарных станков встречный шпиндель или вращающийся инструмент). Как правило, главный шпиндель назначается через машинные данные мастер-шпинделем. Назначение может быть изменено через команду ЧПУ.

Синтаксис

```
S... / S<n>=...
M3 / M<n>=3
M4 / M<n>=4
M5 / M<n>=5
```

```
SETMS(<n>)
...
SETMS
```

Значение

`S...`:	Скорость шпинделя в оборотов/мин для мастер-шпинделя
`S<n>=...`:	Скорость шпинделя в оборотов/мин для шпинделя <n>
	Указание: Указанная с `S0...` скорость относится к мастер-шпинделю.
`M3`:	Направление вращения шпинделя вправо для мастер-шпинделя
`M<n>=3`:	Правое направление вращения для шпинделя <n>
`M4`:	Направление вращения шпинделя влево для мастер-шпинделя
`M<n>=4`:	Левое направление вращения для шпинделя <n>
`M5`:	Остановка шпинделя для мастер-шпинделя
`M<n>=5`:	Остановка шпинделя для шпинделя <n>
`SETMS(<n>)`:	Шпиндель <n> должен считаться мастер-шпинделем
`SETMS`:	`SETMS` без указания шпинделя выполняет возврат на спроектированный мастер-шпиндель

Примечание

На кадр ЧПУ могут быть запрограммированы макс. 3 значения S, к примеру:

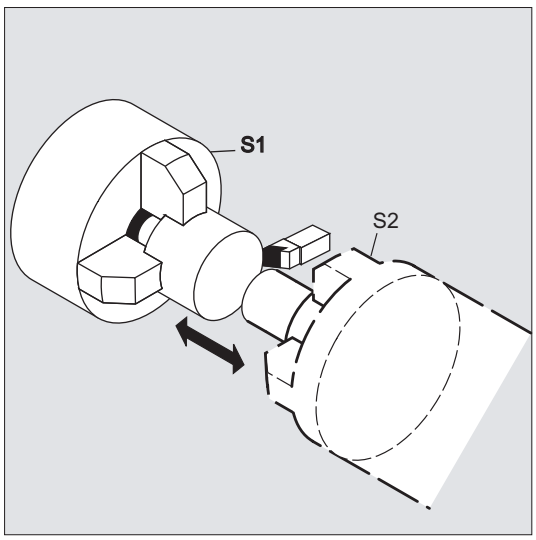
```
S... S2=... S3=...
```

Примечание

`SETMS` должна стоять в собственном кадре.

Пример

S1 это мастер-шпиндель, S2 это второй шпиндель изделия. Токарная деталь должна быть обработана с 2-х сторон. Для этого необходимо разделение рабочих операций. После отреза синхронное устройство (S2) принимает деталь для обработки со стороны отреза. Для этого этот шпиндель S2 определяется как мастер-шпиндель, теперь для него действует G95.



Программный код	Комментарий
N10 S300 M3	; Скорость и направление вращения для приводного шпинделя = предустановленного мастер-шпинделя.
...	; Обработка правой стороны детали.
N100 SETMS(2)	; S2 теперь мастер-шпиндель.
N110 S400 G95 F…	; Скорость для нового мастер-шпинделя.
...	; Обработка левой стороны детали.
N160 SETMS	; Возврат к мастер-шпинделю S1.

Дополнительная информация

Интерпретация значения S для мастер-шпинделя

Если в группе функций G 1 (действующие модально команды движения) активна функций G331 или G332, то запрограммированное значение S всегда интерпретируется как скорость в оборотах/мин. В иных случаях интерпретация значения S зависит от группы функций G 15 (тип подачи): При активной G96, G961 или G962 значение S интерпретируется как постоянная скорость резания в м/мин, во всех других случаях как скорость в оборотах/мин.

При переключении с G96/G961/G962 на G331/G332, значение постоянной скорости резания устанавливается на ноль, при переключении с G331/G332 на функцию из группы функций G 1, отличную от G331/G332, значение скорости устанавливается на ноль. Соответствующие значения S при необходимости должны быть запрограммированы заново.

Предустановленные команды M3, M4, M5

В кадре с осевыми командами функции M3, M4, M5 включаются **до** запуска движений осей (первичная установка СЧПУ).

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 G1 F500 X70 Y20 S270 M3	; Шпиндель разгоняется до 270 об/мин, после осуществляются движения в X и Y.
N100 G0 Z150 M5	; Остановка шпинделя перед движением отвода в Z.

Примечание

Через машинные данные может быть установлено, будут ли осевые движения выполнены лишь после разгона шпинделя до заданной скорости или остановки шпинделя, или перемещение будет осуществляться сразу же после запрограммированных процессов переключения.

Работа с несколькими шпинделями

В одном канале одновременно может быть 5 шпинделей (мастер-шпиндель плюс 4 дополнительных шпинделя).

Один шпиндель определяется через машинные данные как **мастер-шпиндель**. Для этого шпинделя действуют специальные функции, как то, к примеру, резьбонарезание, нарезание внутренней резьбы, окружная подача, время ожидания. Для прочих шпинделей (к примеру, второго шпинделя изделия и вращающегося инструмента) для скорости и направления вращения/остановки шпинделя должны быть указаны соответствующие номера.

Пример:

Программный код	Комментарий
`N10 S300 M3 S2=780 M2=4`	`; Мастер-шпиндель: 300 об/мин, правое вращение` `2-ой шпиндель: 780 об/мин, левое вращение`

Программируемое переключение мастер-шпинделя

Через команду `SETMS(<n>)` в программе ЧПУ можно определить любой шпиндель мастер-шпинделем. `SETMS` должна стоять в собственном кадре.

Пример:

Программный код	Комментарий
`N10 SETMS(2)`	`; Шпиндель 2 теперь мастер-шпиндель.`

Примечание

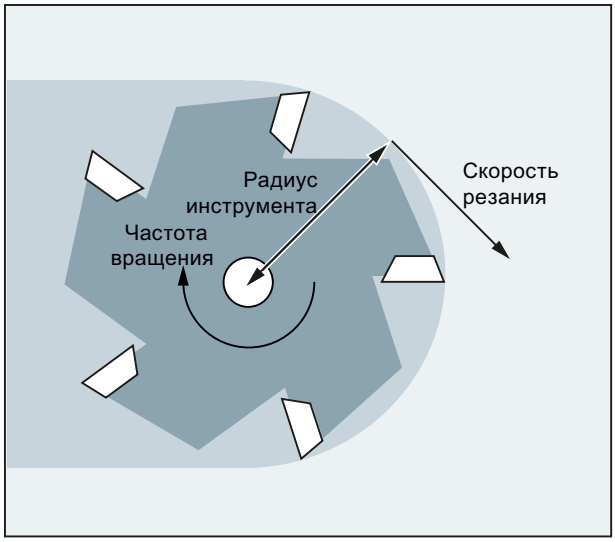
Теперь для заново назначенного мастер-шпинделя действует указанная с `S...` скорость и запрограммированные с `M3`, `M4`, `M5` функции.

С помощью `SETMS` без указания шпинделя осуществляется возврат к установленному в машинных данных мастер-шпинделю.

6.2 Скорость резания (SVC)

Функция

В качестве альтернативы скорости шпинделя, для фрезерных обработок может быть запрограммирована и более часто используемая на практике скорость резания инструмента:



Через радиус активного инструмента, СЧПУ из запрограммированной скорости резания инструмента вычисляет действующую скорость шпинделя:

$S = (SVC * 1000) / (R_{WKZ} * 2\pi)$

где:	S:	скорость шпинделя в об/мин
	SVC:	скорость резания в м/мин или футах/мин
	R_{WKZ}:	радиус активного инструмента в мм

Тип инструмента ($TC_DP1) активного инструмента не учитывается.

Запрограммированная скорость резания не зависит от подачи по траектории `F`, а также группы функций G 15. Направление вращения и старт шпинделя осуществляются через `M3` или `M4`, стоп шпинделя через `M5`.

Изменение данных радиуса инструмента в памяти коррекций вступает в силу при следующем выборе коррекции инструмента или следующей актуализации активных данных коррекции.

Смена инструмента и включение/выключение блока данных коррекции инструмента приводят к новому вычислению действующей скорости шпинделя.

Условия

Для программирования скорости резания требуется:

- геометрические отношения вращающегося инструмента (фрезерный или сверлильный инструмент)
- активный блок данных коррекции инструмента

Синтаксис

```
SVC[<n>]=<значение>
```

Примечание

В кадре с SVC должен быть известен радиус инструмента, т.е. соответствующий инструмент включая блок данных коррекции инструмента должен быть активен или выбран в кадре. Последовательность SVC и выбора T/D при программировании в одном кадре является произвольной.

Значение

SVC: Скорость резания

[<n>]: Номер шпинделя

С помощью этого расширения адреса указывается, для какого шпинделя должна действовать запрограммированная скорость резания. Без расширения адреса данные всегда относятся к актуальному мастер-шпинделю.

Указание:
Для каждого шпинделя может быть задана собственная скорость резания.

Указание:
Программирование SVC без расширения адреса предполагает, что мастер-шпиндель имеет активный инструмент. При смене мастер-шпинделя, пользователь должен выбрать соответствующий инструмент.

Единица измерения: м/мин или футов/мин (в зависимости от G700/G710)

Примечание

Переключение между SVC и S

Возможно произвольное переключение между программированием SVC и S, и при вращающемся шпинделе. Соответствующее не активное значение удаляется.

Примечание

Макс. скорость инструмента

Через системную переменную $TC_TP_MAX_VELO[<номер T>] можно задать макс. скорость инструмента (скорость шпинделя).
Если граница скорости не определена, то контроль не выполняется.

Примечание

Программирование SVC невозможно при активной:

- G96/G961/G962
- SUG
- SPOS/SPOSA/M19
- M70

С другой стороны, программирование одной из этих команд приводит к отмене SVC.

Примечание

К примеру, созданные через системы CAD траектории "стандартных инструментов", которые уже учитывают радиус инструмента и содержат только разницу со стандартным инструментом только в радиусе резцов, не поддерживаются в комбинации с программированием SVC.

Примеры

Для всех примеров должно действовать: Зажим инструмента = шпиндель (для стандартного фрезерования)

Пример 1: Фреза с радиусом 6 мм

Программный код	Комментарий
N10 G0 X10 T1 D1	; Выбор фрезерного инструмента с, к примеру, $TC_DP6[1,1] = 6 (радиус инструмента = 6 мм)
N20 SVC=100 M3	; Скорость резания = 100 м/мин ? полученная скорость шпинделя: S = (100 м/мин * 1000) / (6,0 мм * 2 * 3,14) = 2653,93 об/мин
N30 G1 X50 G95 FZ=0.03	; SVC и подача на зуб
...	

Пример 2: Выбор инструмента и SVC в одном кадре

Программный код	Комментарий
N10 G0 X20	
N20 T1 D1 SVC=100	; Выбор блока данных инструмента и коррекции вместе с SVC в кадре (произвольная последовательность).
N30 X30 M3	; Старт шпинделя с правым направлением вращения, скорость резания 100 м/мин
N40 G1 X20 F0.3 G95	; SVC и окружная подача

Пример 3: Задача скоростей резания для двух шпинделей

Программный код	Комментарий
N10 SVC[3]=100 M6 T1 D1	
N20 SVC[5]=200	; Радиус инструмента активной коррекции инструмента идентичен для обеих шпинделей, различная действующая скорость для шпинделя 3 и шпинделя 5.

Пример 4:

Допущения:

Мастер касательно смены инструмента определяется через Toolholder:

MD20124 $MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER > 1

При смене инструмента старая коррекция инструмента сохраняется и только при программировании D активируется коррекция нового инструмента:

MD20270 $MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = - 2

Программный код	Комментарий
N10 $TC_MPP1[9998,1]=2	; Место в магазине это зажим инструмента
N11 $TC_MPP5[9998,1]=1	; Место в магазине это зажим инструмента 1
N12 $TC_MPP_SP[9998,1]=3	; Зажим инструмента 1 согласован со шпинделем 3
N20 $TC_MPP1[9998,2]=2	; Место в магазине это зажим инструмента
N21 $TC_MPP5[9998,2]=4	; Место в магазине это зажим инструмента 4
N22 $TC_MPP_SP[9998,2]=6	; Зажим инструмента 4 согласован со шпинделем 6
N30 $TC_TP2[2]="WZ2"	
N31 $TC_DP6[2,1]=5.0	; Радиус = 5,0 мм из T2, коррекция D1
N40 $TC_TP2[8]="WZ8"	
N41 $TC_DP6[8,1]=9.0	; Радиус = 9,0 мм из T8, коррекция D1
N42 $TC_DP6[8,4]=7.0	; Радиус = 7,0 мм из T8, коррекция D4
...	
N100 SETMTH(1)	; Установить номер мастер-зажима инструмента
N110 T="WZ2" M6 D1	; Устанавливается инструмент T2 и активируется коррекция D1.
N120 G1 G94 F1000 M3=3 SVC=100	; S3 = (100 м/мин * 1000) / (5,0 мм * 2 * 3,14) = 3184,71 об/мин
N130 SETMTH(4)	; Установить номер мастер-зажима инструмента
N140 T="WZ8"	; Соответствует T8="WZ8"
N150 M6	; Соответствует M4=6 Инструмент "WZ8" поступает в мастер-зажим инструмента, но из-за MD20270=-2 остается активной старая коррекция инструмента.
N160 SVC=50	; S3 = (50 м/мин * 1000) / (5,0 мм * 2 * 3,14) = 1592.36 об/мин Коррекция из зажима инструмента 1 еще активна и он согласован со шпинделем 3.
N170 D4	Коррекция D4 из нового инструмента "WZ8" активируется (все зажимы инструмента 4).
N180 SVC=300	; S6 = (300 м/мин * 1000) / (7,0 мм * 2 * 3,14) = 6824,39 об/мин Шпиндель 6 согласован с зажимом инструмента 4.

Пример 5:

Допущения:

Шпиндели это одновременно зажимы инструмента:

MD20124 $MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER = 0

При смене инструмента автоматически выбирается блок данных коррекции инструмента D4:

MD20270 $MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = 4

```
Программный код                          Комментарий
N10 $TC_MPP1[9998,1]=2                   ; Место в магазине это зажим инструмента
N11 $TC_MPP5[9998,1]=1                   ; Место в магазине это зажим инструмента 1 = шпиндель 1

N20 $TC_MPP1[9998,2]=2                   ; Место в магазине это зажим инструмента
N21 $TC_MPP5[9998,2]=3                   ; Место в магазине это зажим инструмента 3 = шпиндель 3

N30 $TC_TP2[2]="WZ2"
N31 $TC_DP6[2,1]=5.0                     ; Радиус = 5,0 мм из T2, коррекция D1

N40 $TC_TP2[8]="WZ8"
N41 $TC_DP6[8,1]=9.0                     ; Радиус = 9,0 мм из T8, коррекция D1
N42 $TC_DP6[8,4]=7.0                     ; Радиус = 7,0 мм из T8, коррекция D4
...
N100 SETMS(1)                            ; Шпиндель 1 = мастер-шпиндель
N110 T="WZ2" M6 D1                       ; Устанавливается инструмент T2 и активируется коррекция D1.
N120 G1 G94 F1000 M3 SVC=100             ; S1 = (100 м/мин * 1000) / (5,0 мм * 2 * 3,14) = 3184,71 об/
                                           мин
N200 SETMS(3)                            ; Шпиндель 3 = мастер-шпиндель
N210 M4 SVC=150                          ; S3 = (150 м/мин * 1000) / (5,0 мм * 2 * 3,14) = 4777,07 об/
                                           мин
                                           Относится к коррекции инструмента D1 из T="WZ2", S1
                                           продолжает вращаться со старой скоростью.
N220 T="WZ8"                             ; Соответствует T8="WZ8"
N230 M4 SVC=200                          ; S3 = (200 м/мин * 1000) / (5,0 мм * 2 * 3,14) = 6369,43 об/
                                           мин
                                           Относится к коррекции инструмента D1 из T="WZ2".
N240 M6                                  ; Соответствует M3=6
                                           Инструмент "WZ8" поступает в мастер-шпиндель, коррекция
                                           инструмента D4 нового инструмента активируется.
N250 SVC=50                              ; S3 = (50 м/мин * 1000) / (7,0 мм * 2 * 3,14) = 1137,40 об/
                                           мин
                                           Коррекция D4 на мастер-шпинделе активна.
N260 D1                                  ; Коррекция D1 из нового инструмента "WZ8" активна.
N270 SVC[1]=300                          ; S1 = (300 м/мин * 1000) / (9,0 мм * 2 * 3,14) = 5307,86 об/
                                           мин
                                           S3 = (50 м/мин * 1000) / (9,0 мм * 2 * 3,14) = 884,64 об/мин
...
```

Дополнительная информация

Радиус инструмента

Следующие данные коррекции инструмента (активного инструмента) относятся к радиусу инструмента:

- $TC_DP6 (радиус- геометрия)
- $TC_DP15 (радиус - износ)
- $TC_SCPx6 (коррекция для $TC_DP6)
- $TC_ECPx6 (коррекция для $TC_DP6)

Не учитываются:

- Коррекции радиуса Online
- Припуск к запрограммированному контуру (`OFFN`)

Коррекция радиуса инструмента (G41/G42)

Коррекция радиуса инструмента (`G41`/`G42`) и `SVC` относятся к радиусу инструмента, но функционально развязаны и не зависят друг от друга.

Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона (G331, G332)

Программирование `SVC` возможно и в комбинации с `G331` или `G332`.

Синхронные действия

Задача `SVC` из синхронных действий невозможна.

Чтение скорости резания и вариантов программирования скорости шпинделя

Скорость резания шпинделя и варианты программирования скорости (скорость шпинделя `S` или скорость резания `SVC`) могут быть считаны через системные переменные:

- С остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

  $AC_SVC[<n>] — Скорость резания, которая действовала при подготовке актуального кадра главного хода для шпинделя с номером <n>.

  $AC_S_TYPE[<n>] — Вариант программирования скорости шпинделя, который действовал при подготовке актуального кадра главного хода для шпинделя с номером <n>.

Величина:	Значение:
1	Скорость шпинделя в об/мин
2	Скорость резания SVC в м/мин или футах/мин

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

  $P_SVC[<n>] — Запрограммированная скорость резания для шпинделя <n>

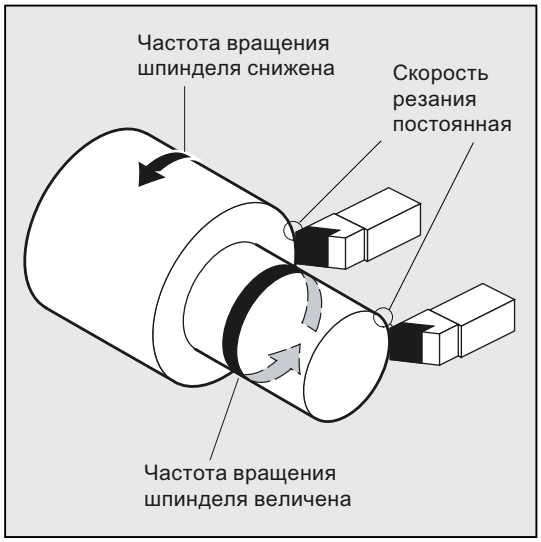
  $P_S_TYPE[<n>] — Запрограммированный вариант программирования скорости шпинделя для шпинделя <n>

Величина:	Значение:
1	Скорость шпинделя в об/мин
2	Скорость резания SVC в м/мин или футах/мин

6.3 Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)

Функция

При включенной функции "Постоянная скорость резания", в зависимости от соответствующего диаметра детали, скорость шпинделя изменяется таким образом, что скорость резания S в м/мин или футах/мин остается постоянной на резце инструмента.



Благодаря этому достигаются следующие преимущества:

- Равномерные поверхности после обточки и тем самым высокое качество поверхностей
- Щадящая для инструмента обработка

Синтаксис

Включение/выключение постоянной скорости резания для мастер-шпинделя:

```
G96/G961/G962 S...
...
G97/G971/G972/G973
```

Ограничение скорости для мастер-шпинделя
`LIMS=<значение>`
`LIMS[<шпиндель>]=<значение>`

Другая ось отсчета для G96/G961/G962:
`SCC[<ось>]`

Примечание

`SCC[<ось>]` может быть запрограммирована отдельно или вместе с `G96/G961/G962`.

Значение

G96: Постоянная скорость резания с типом подачи G95: ВКЛ

С G96 автоматически включается G95. Если G95 прежде еще не была включена, то при вызове G96 необходимо указать новое значение подачи F....

G961: Постоянная скорость резания с типом подачи G94: ВКЛ

G962: Постоянная скорость резания с типом подачи G94 или G95: ВКЛ

Указание:
Информацию касательно G94 и G95 см. " Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]"

S...: В комбинации с G96, G961 или G962S... интерпретируется не как скорость шпинделя, а как скорость резания. Скорость резания всегда действует на мастер-шпиндель.

Единица: м/мин (для G71/G710) или футов/мин (для G70/G700)

Диапазон значений: 0,1 м/мин ... 9999 9999,9 м/мин

G97: Отключить постоянную скорость резания с типом подачи G95

После G97 (или G971) S... снова интерпретируется как скорость шпинделя в оборотах/мин. Если новая скорость шпинделя не указана, то сохраняется последняя установленная через G96 (или G961) скорость.

G971: Отключить постоянную скорость резания с типом подачи G94

G972: Отключить постоянную скорость резания с типом подачи G94 или G95

G973: Отключить постоянную скорость резания без активации ограничения скорости шпинделя

LIMS: Ограничение скорости для мастер-шпинделя (действует только при активной G96/G961/G97)

Для станков с переключаемыми мастер-шпинделями в одном кадре макс. для 4 шпинделей могут быть запрограммированы ограничения с различными значениями.

<шпиндель>: Номер шпинделя

<значение>: Верхняя граница скорости шпинделя в оборотах/мин

SCC: При активной функции G96/G961/G962 с помощью SCC[<ось>] любая гео-ось может быть назначена осью отсчета.

Примечание

При первом выборе G96/G961/G962 необходимо ввести постоянную скорость резания S..., при повторном выборе G96/G961/G962 указание является опционным.

Примечание

Запрограммированное с LIMS ограничение скорости не должно превышать запрограммированной с G26 или определенной через установочные данные предельной скорости.

Примечание

Осью отсчета для G96/G961/G962 на момент программирования SCC[<ось>] должна быть известная в канале гео-ось. Программирование SCC[<ось>] возможно и при активной G96/G961/G962.

Примеры

Пример 1: Включение постоянной скорости резания с ограничением скорости

Программный код	Комментарий
N10 SETMS(3)	
N20 G96 S100 LIMS=2500	; Постоянная скорость резания = 100 м/мин, макс. скорость = 2500 об/мин
...	
N60 G96 G90 X0 Z10 F8 S100 LIMS=444	; Макс. скорость = 444 об/мин

Пример 2: Задача ограничения скорости для 4 шпинделей

Определяются ограничения скорости для шпинделя 1 (мастер-шпиндель) и шпинделей 2, 3 и 4:

Программный код
N10 LIMS=300 LIMS[2]=450 LIMS[3]=800 LIMS[4]=1500
...

Пример 3: Согласование оси Y при поперечной обработке с осью X

Программный код	Комментарий
N10 G18 LIMS=3000 T1 D1	; Ограничение скорости до 3000 об/мин
N20 G0 X100 Z200	
N30 Z100	
N40 G96 S20 M3	; Постоянная скорость резания 20 м/мин, зависит от оси X.
N50 G0 X80	
N60 G1 F1.2 X34	; Поперечная обработка в X с 1,2 мм/оборот.
N70 G0 G94 X100	
N80 Z80	
N100 T2 D1	
N110 G96 S40 SCC[Y]	; Ось Y согласуется с G96 и G96 активируется (возможно в одном кадре). Постоянная скорость резания 40 м/мин, зависит от оси Y.
...	
N140 Y30	
N150 G01 F1.2 Y=27	; Прорезка в Y, подача F 1,2 мм/оборот.
N160 G97	; Постоянная скорость резания откл.
N170 G0 Y100	

Дополнительная информация

Вычисление скорости шпинделя

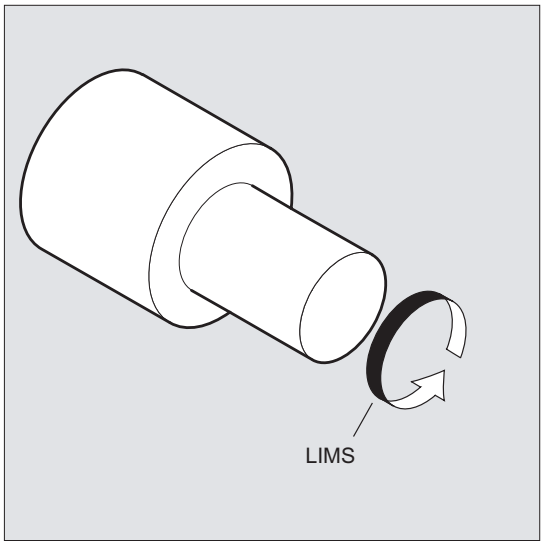
Основой для вычисления скорости шпинделя из запрограммированной скорости резания является позиция ENS поперечной оси (радиус).

Примечание

Фреймы между WCS и ENS (к примеру, программируемые фреймы как SCALE, TRANS или ROT) учитываются при вычислении скорости шпинделя и могут вызвать изменение скорости (к примеру, если при SCALE изменяется эффективный диаметр).

Ограничение скорости LIMS

Если необходимо обработать деталь с большими разностями в диаметре, то рекомендуется указать ограничение скорости шпинделя с `LIMS` (макс. скорость шпинделя). Таким образом, можно исключить недопустимо высокую скорость при маленьких диаметрах. `LIMS` действует только при активной `G96`, `G961` и `G97`. При `G971LIMS` не действует.



Примечание

При установке кадра в главный ход все запрограммированные значения передаются в установочные данные.

Выключение постоянной скорости резания (G97/G971/G973)

После `G97/G971` СЧПУ снова интерпретирует значение S как скорость шпинделя в оборотах/мин. Если новая скорость шпинделя не указывается, то сохраняется последняя установленная через `G96/G961` скорость.

Функция `G96/G961` может выключаться и с помощью `G94` или `G95`. В этом случае действует последняя запрограммированная скорость `S...` для дальнейшего процесса обработки.

`G97` может программироваться без предшествующей `G96`. В этом случае функция действует как `G95`, дополнительно может быть запрограммирована `LIMS`.

С помощью `G973` постоянная скорость резания может быть отключена без активации ограничения скорости шпинделя.

Примечание

Поперечная ось должна быть определена через машинные данные.

Движение ускоренным ходом G0

При движении ускоренным ходом `G0` изменения скорости не осуществляются.

Исключение:

Если подвод к контуру осуществляется ускоренным ходом и следующий кадр ЧПУ содержит траекторную команду `G1`/`G2`/`G3`/..., то скорость для следующей траекторной команды устанавливается уже в кадре подвода `G0`.

Другая ось отсчета для G96/G961/G962

При активной функции G96/G961/G962 с помощью `SCC[<ось>]` любая гео-ось может быть назначена осью отсчета. При изменении оси отсчета и тем самым исходной позиции острия инструмента (TCP-Tool Center Point) для постоянной скорости резания, результирующая скорость шпинделя достигается по установленной рампе торможения или разгона.

Переход согласованной оси канала

Свойство оси отсчета для G96/G961/G962 всегда присвоено гео-оси. При переходе согласованной оси канала свойство оси отсчета для G96/G961/G962 остается в старом канале.

Переход гео-оси не влияет на присвоение гео-оси постоянной скорости резания. Если переход гео-оси изменяет исходную позицию TCP для G96/G961/G962, то шпиндель разгоняется по рампе до новой скорости.

Если через переход гео-оси не происходит согласования новой оси канала (к примеру, `GEOAX(0, X)`), то скорость шпинделя замораживается согласно `G97` .

Примеры перехода гео-оси с согласованиями оси отсчета:

Программный код	Комментарий
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1,X1)	; Ось канала X1 становится первой гео-осью.
N20 SCC[X]	; Первая гео-ось (X) становится осью отсчета для G96/G961/G962.
N30 GEOAX(1,X2)	; Ось канала X2 становится первой гео-осью.
N40 G96 M3 S20	; Ось отсчета для G96 это ось канала X2.

Программный код	Комментарий
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1,X1)	; Ось канала X1 становится первой гео-осью.
N20 SCC[X1]	; X1 и не явно первая гео-ось (X) становится осью отсчета для G96/G961/G962.
N30 GEOAX(1,X2)	; Ось канала X2 становится первой гео-осью.
N40 G96 M3 S20	; Ось отсчета для G96 это X2 или X, нет предупреждения.

Программный код	Комментарий
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X2)	; Ось канала X2 становится первой гео-осью.
N20 SCC[X1]	; X1 это не гео-ось, предупреждение.

Программный код	Комментарий
N05 G0 Z50	
N10 X35 Y30	
N15 SCC[X]	; Осью отсчета для G96/G961/G962 является X.
N20 G96 M3 S20	; Постоянная скорость резания с 10 мм/мин вкл.
N25 G1 F1.5 X20	; Поперечная обработка в X с 1,5 мм/оборот.
N30 G0 Z51	
N35 SCC[Y]	; Осью отсчета для G96 является Y, уменьшение скорости шпинделя (Y30).
N40 G1 F1.2 Y25	; Поперечная обработка в Y с 1,2 мм/оборот.

Литература:

/FB1/ Описание функций "Основные функции"; Поперечные оси (P1) и подачи (V1)

6.4 Постоянная окружная скорость круга (GWPSON, GWPSOF)

Функция

Посредством функции „Постоянная окружная скорость круга“ (SUG) скорость шлифовального круга устанавливается таким образом, что с учетом актуального радиуса получается равномерная окружная скорость круга.

Синтаксис

```
GWPSON(<T-Nr.>)
GWPSOF(<T-Nr.>)
S.../S<n>=...
```

Значение

GWPSON:	Выбрать постоянную окружную скорость круга
GWPSOF:	Отменить постоянную окружную скорость круга
<T-Nr.>:	Указание номера T необходимо только тогда, когда инструмент с этим номером T не активен.
S...:	Окружная скорость в м/сек или футах/сек для мастер-шпинделя
S<n>=...:	Окружная скорость в м/сек или футах/сек для шпинделя <n> **Указание:** Указанная с S0... окружная скорость относится к мастер-шпинделю.

Примечание

Окружная скорость круга может программироваться только для шлифовальных инструментов (тип 400 - 499).

Пример

Для шлифовальных инструментов T1 и T5 должна действовать постоянная окружная скорость круга.

T1 это активный инструмент.

Программный код	Комментарий
N20 T1 D1	; Выбрать T1 и D1.
N25 S1=1000 M1=3	; 1000 об/мин для шпинделя 1
N30 S2=1500 M2=3	; 1500 об/мин для шпинделя 2
…	
N40 GWPSON	; Выбор SUG для активного инструмента.
N45 S1=60	; Установить SUG для активного инструмента на 60 м/сек.
…	
N50 GWPSON(5)	; Выбор SUG для инструмента 5 (шпиндель 2).
N55 S2=40	; Установить SUG для шпинделя 2 на 40 м/сек.

Программный код	Комментарий
…	
N60 GWPSOF	; Выключить SUG для активного инструмента.
N65 GWPSOF(5)	; Выключить SUG для инструмента 5 (шпиндель 2).

Дополнительная информация

Специфические для инструмента параметры

Для активации функции "Постоянная окружная скорость" должны быть соответственно установлены специфические для инструмента параметры шлифования $TC_TPG1, $TC_TPG8 и $TC_TPG9. При включенной SUG учитываются и значения коррекции Online (= параметры износа; см. "Специфический для шлифования контроль инструмента в программе обработки детали TMON, TMOF" или PUTFTOC, PUTFTOCF) при изменении скорости!

Выбрать SUG: запрограммировать GWPSON, SUG

После выбора SUG с помощью GWPSON каждое последующее значение S для этого шпинделя интерпретируется как окружная скорость круга.

Выбор SUG с помощью GWPSON не приводит к автоматической активации коррекции длин инструмента или контроля инструмента.

SUG может быть одновременно активна для нескольких шпинделей канала с различными номерами инструмента.

Если для шпинделя, для которого SUG уже активна, должна быть выбрана SUG с новым инструментом, то активная SUG сначала должна быть выключена с помощью GWPSOF.

Выключить SUG: GWPSOF

При выключении SUG с помощью GWPSOF последняя полученная скорость сохраняется как заданное значение.

При завершении программы обработки детали или Reset программирование SUG сбрасывается.

Запросить активную SUG: $P_GWPS[<шпиндель Nr.>]

С помощью этой системной переменной из программы обработки деталей можно запросить, активна ли SUG для определенного шпинделя.

TRUE: SUG **вкл**ючена.

FALSE: SUG **выкл**ючена.

6.5 Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26)

Функция

Определенные в машинных данных мин. и макс. скорости шпинделя могут быть изменены через команду программы обработки детали.

Запрограммированные ограничения скорости шпинделя возможны для всех шпинделей канала.

> ⚠ **ВНИМАНИЕ**
>
> Запрограммированное с помощью `G25` или `G26` ограничение скорости шпинделя переписывает предельную скорость в установочных данных и поэтому сохраняется и после завершения программы.

Синтаксис

```
G25 S… S1=… S2=…
G26 S… S1=… S2=…
```

Значение

`G25`:	**Нижнее** ограничение скорости шпинделя
`G26`:	**Верхнее** ограничение скорости шпинделя
`S... S1=… S2=…` :	Минимальная или максимальная скорости(и) шпинделя **Указание:** В кадре может быть запрограммировано макс. три ограничения скорости шпинделя. Диапазон значений: 0.1 ... 9999 9999.9 об/мин

Пример

Программный код	**Комментарий**
`N10 G26 S1400 S2=350 S3=600`	`; Верхняя предельная скорость для мастер-шпинделя, шпинделя 2 и шпинделя 3.`

Регулирование подачи 7

7.1 Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF)

Функция

С помощью этих команд в программе ЧПУ устанавливаются скорости подачи для всех участвующих в последовательности обработки осей.

Синтаксис

```
G93/G94/G95
F...
FGROUP(<ось1>,<ось2>,…)
FGREF[<круговая ось>]=<исходный радиус>
FL[<ось>]=<значение>
```

Значение

G93:	Обратная по времени подача (в 1/мин)
G94:	Линейная подача (в мм/мин, дюймов/мин или градусов/мин)
G95:	Окружная подача (в мм/оборот или дюймов/оборот) G95 относится к оборотам мастер-шпинделя (как правило, фрезерного шпинделя или главного шпинделя токарного станка)
F...:	Скорость подачи участвующих в движении гео-осей Действует установленная с G93 / G94 / G95 единица.
FGROUP:	Для всех указанных в FGROUP осей (гео-оси/круговые оси) действует запрограммированная в F скорость подачи
FGREF:	С FGREF для каждой из указанных в FGROUP круговых осей программируется эффективный радиус (<исходный радиус>)
FL:	Предельная скорость для синхронных/траекторных осей Действует установленная с G94 единица. На ось (ось канала, гео-ось или ось ориентации) может быть запрограммировано одно значение FL. <ось>: В качестве идентификаторов осей используются идентификаторы осей базовой кинематической системы (оси канала, геометрические оси).

Примеры

Пример 1: Принцип действия FGROUP

Следующий пример должен пояснить воздействие FGROUP на ход траектории и подачу по траектории. Переменная $AC_TIME содержит время с начала кадра в секундах. Она может использоваться только в синхронных действиях.

```
Программный код                  Комментарий
N100 G0 X0 A0
N110 FGROUP(X,A)
N120 G91 G1 G710 F100            ; Подача= 100мм/мин или 100градусов/мин
N130 DO $R1=$AC_TIME
N140 X10                         ; Подача= 100мм/мин, ход траектории= 10мм, R1= около
                                   6сек
N150 DO $R2=$AC_TIME
N160 X10 A10                     ; Подача= 100мм/мин, ход траектории= 14.14мм,
                                   R2= около 8сек
N170 DO $R3=$AC_TIME
N180 A10                         ; Подача= 100градусов/мин, ход
                                   траектории= 10градусов, R3= около 6сек
N190 DO $R4=$AC_TIME
N200 X0.001 A10                  ; Подача= 100мм/мин, ход траектории= 10мм, R4= около
                                   6сек
N210 G700 F100                   ; Подача= 2540мм/мин или 100градусов/мин
N220 DO $R5=$AC_TIME
N230 X10                         ; Подача= 2540мм/мин, ход траектории= 254мм,
                                   R5= около 6сек
N240 DO $R6=$AC_TIME
N250 X10 A10                     ; Подача= 2540мм/мин, ход траектории= 254,2мм,
                                   R6= около 6сек
N260 DO $R7=$AC_TIME
N270 A10                         ; Подача= 100градусов/мин, ход
                                   траектории= 10градусов, R7= около 6сек
N280 DO $R8=$AC_TIME
N290 X0.001 A10                  ; Подача= 2540мм/мин, ход траектории= 10мм,
                                   R8= около 0.288сек
N300 FGREF[A]=360/(2*$PI)        ; 1 градус =1 дюйм, установить через эффективный
                                   радиус
N310 DO $R9=$AC_TIME
N320 X0.001 A10                  ; Подача= 2540мм/мин, ход траектории= 254мм,
                                   R9= около 6сек
N330 M30
```

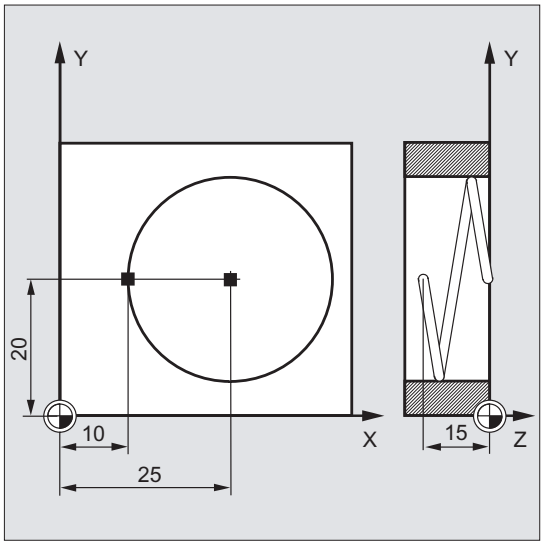
Пример 2: Перемещение синхронных осей с предельной скоростью FL

Скорость движения по траектории траекторных осей уменьшается, если синхронная ось Z достигает предельной скорости.

Программный код
N10 G0 X0 Y0
N20 FGROUP(X)
N30 G1 X1000 Y1000 G94 F1000 FL[Y]=500
N40 Z-50

Пример 3: Винтовая интерполяция

Траекторные оси X и Y двигаются с запрограммированной подачей, ось подачи Z является синхронной осью.

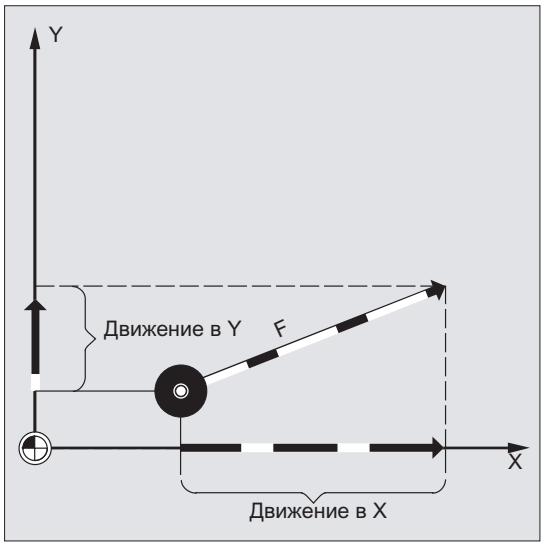


Программный код	Комментарий
N10 G17 G94 G1 Z0 F500	; Подача инструмента.
N20 X10 Y20	; Подвод к стартовой позиции.
N25 FGROUP(X,Y)	; Оси X/Y это траекторные оси, Z это синхронная ось.
N30 G2 X10 Y20 Z-15 I15 J0 F1000 FL[Z]=200	; На круговой траектории действует подача 1000 мм/мин, перемещение в направлении Z осуществляется синхронно.
...	
N100 FL[Z]=$MA_AX_VELO_LIMIT[0,Z]	; Через считывание скорости из MD предельная скорость отключается, считывание значения из MD.
N110 M30	; Конец программы

Дополнительная информация

Скорость подачи для траекторных осей (F)

Обычно подача по траектории складывается из отдельных компонентов скорости всех участвующих в движении геометрических осей и относится к центру фрезы или к острию токарного резца.



Скорость подачи указывается по адресу `F`. В зависимости от предустановки в машинных данных действуют определенные через команды G единицы измерения в мм или дюймах.

На кадр ЧПУ может быть запрограммировано одно значение `F`. Единица скорости подачи определяется через одну из G-команд `G93`/`G94`/`G95`. Подача `F` воздействует только на траекторные оси и действует до тех пор, пока не будет запрограммировано новое значение подачи. После адреса `F` допускаются разделительные символы.

Примеры:

`F100` или `F 100`

`F.5`

`F=2*FEED`

Тип подачи (G93/G94/G95)

G-команды `G93`, `G94` и `G95` действуют модально. Если выполняется переключение между `G93`, `G94` и `G95`, то необходимо заново запрограммировать значение подачи по траектории. Для обработки с круговыми осями подача может указываться и в градусах/мин.

Обратная по времени подача (G93)

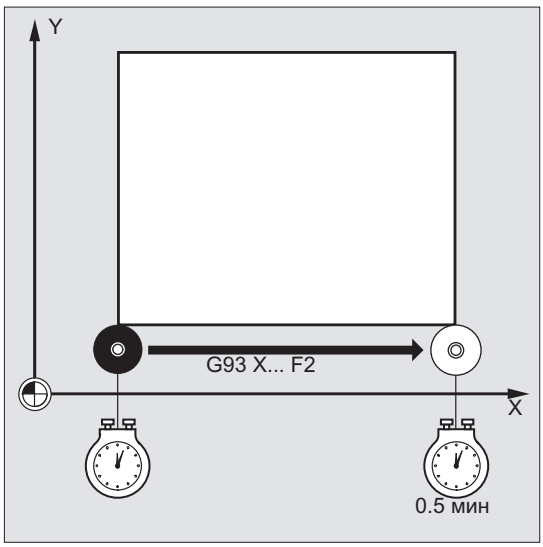
Обратная по времени подача указывает продолжительность прохода одного кадра.

Единица: 1/мин

Пример:

```
N10 G93 G01 X100 F2
```

Означает: запрограммированный ход траектории проходится за 0,5 мин.



Примечание

Если длины траектории от кадра к кадру сильно различаются, то для `G93` в каждом кадре должно быть определено новое значение `F`. Для обработки с круговыми осями подача может указываться и в градусах/мин.

Подача для синхронных осей

Запрограммированная по адресу `F` подача действует для всех запрограммированных в кадре траекторных осей, но не для синхронных осей. Управление синхронными осями осуществляется таким образом, что им для их перемещения необходимо то же время, что и для траекторных осей и все оси достигают их конечной точки в одно и то же время.

Предельная скорость для синхронных осей (FL)

С помощью команды `FL` для синхронных осей может быть запрограммирована предельная скорость. Если `FL` не программируется, то действует скорость ускоренного хода. Отключение `FL` осуществляется присвоением MD (MD36200 $MA_AX_VELO_LIMIT).

Перемещение траекторной оси как синхронной оси (FGROUP)

С помощью FGROUP определяется, должна ли траекторная ось перемещаться с подачей по траектории или как синхронная ось. При винтовой интерполяции можно, к примеру, установить, что только две геометрические оси X и Y должны перемещаться с запрограммированной подачей. В этом случае ось подачи Z была бы синхронной осью.

Пример: FGROUP(X,Y)

Изменить FGROUP

Изменить сделанную с FGROUP установку можно:

1. через повторное программирование FGROUP: к примеру, FGROUP(X,Y,Z)
2. через программирование FGROUP без указания оси: FGROUP()

   После FGROUP() действует установленное в машинных данных исходной состояние. Гео-оси теперь снова движутся в структуре траекторных осей.

Примечание

Идентификаторами осей для FGROUP должны быть имена осей канала.

Единицы измерения для подачи F

С помощью G-команд G700 и G710 дополнительно в геометрическим данным определяется и система единиц для подач F, т.е.:

- для G700: [дюймов/мин]
- для G710: [мм/мин]

Примечание

G70/G71не влияют на данные подачи.

Единица измерения для синхронных осей с предельной скоростью FL

Установленная для F через G-команду G700/G710 единица измерения действует и для FL.

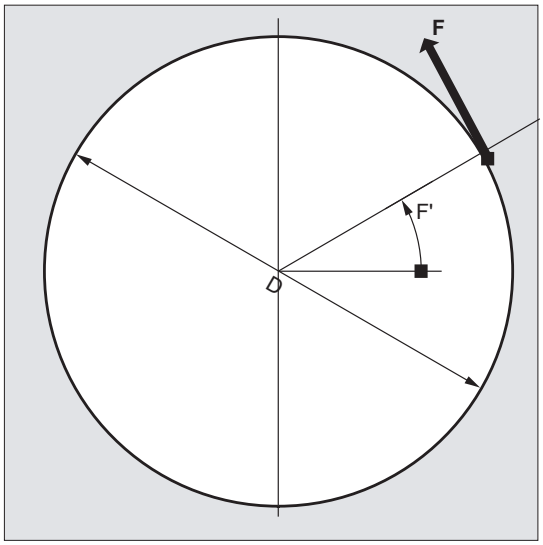
Единица измерения для круговых и линейных осей

Для линейных и круговых осей, которые связаны друг с другом через FGROUP и вместе движутся по траектории, действует подача в единице измерения линейных осей. В зависимости от предустановки с G94/G95 в мм/мин или дюймов/мин или мм/оборот или дюймов/оборот.

Тангенциальная скорость круговой оси в мм/мин или дюймов/мин вычисляется по формуле:

F[мм/мин] = F'[градусов/мин] * π * D[мм] / 360[градусов]

где: F: тангенциальная скорость
F': угловая скорость
π: постоянная окружности
D: диаметр



Перемещение круговых осей со скоростью движения по траектории F (FGREF)

Для процессов обработки, при которых инструмент или деталь или обе приводятся в движение круговой осью, должна существовать возможность программирования эффективной подачи обработки как подачи по траектории через значение F. Для этого для каждой из участвующих круговых осей должен быть указан эффективный радиус (исходный радиус).

Единица исходного радиуса зависит от установки G70/G71/G700/G710.

Чтобы способствовать вычислению подачи по траектории, все участвующие оси должны быть включены в команду FGROUP.

Для поддержания совместимости с процессами без программирования FGREF, после пуска системы и при RESET действует нормирование 1 градус = 1 мм. Это соответствует исходному радиусу FGREF=360 мм / (2π) = 57.296 мм.

Примечание

Эта предустановка не зависит от активной основной системы (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) и от актуальной действующей установки G70/G71/G700/G710.

Особенности:

Программный код
`N100 FGROUP(X,Y,Z,A)`
`N110 G1 G91 A10 F100`
`N120 G1 G91 A10 X0.0001 F100`

При этом программировании запрограммированное значение F в `N110` нормируется как подача круговой оси в градусах/мин, в то время как нормированием подачи в `N120` в зависимости от актуальной действующей установки `G70`/`G71`/`G700`/`G710` является либо 100 дюймов/мин или 100 мм/мин.

ВНИМАНИЕ

Нормирование `FGREF` действует и тогда, когда в кадре запрограммированы только круговые оси. Обычная интерпретация значения `F` в градусах/мин действует в этом случае только тогда, когда отношение радиуса соответствует предварительной установке `FGREF`:

- для `G71`/`G710`: `FGREF[A]=57.296`
- для `G70`/`G700`: `FGREF[A]=57.296/25.4`

Чтение исходного радиуса

Значение исходного радиуса круговой оси может быть считано через системные переменные:

- В синхронных действиях или с остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

  $AA_FGREF[<ось>] Актуальное значение главного хода

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

  $PA_FGREF[<ось>] Запрограммированное значение

Если значения не запрограммированы, то в обеих переменных для круговых осей считывается предустановка 360 мм / (2π) = 57.296 мм (соответствует 1 мм на градус).

Для линейных осей в обеих переменных всегда считывается значение 1 мм.

Чтение определяющих скорость траекторных осей

Участвующие в траекторной интерполяции оси могут считываться через системные переменные:

- В синхронных действиях или с остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

$AA_FGROUP[<ось>]	Выводит значение "1", если указанная ось через первичную установку или через программирование FGROUP влияет на скорость движения по траектории в актуальном кадре главного хода. Если нет, то переменная выводит значение "0".
$AC_FGROUP_MASK	Выводит битовый ключ запрограммированных с FGROUP осей канала, которые должны содействовать скорости движения по траектории.

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

$PA_FGROUP[<ось>]	Выводит значение "1", если указанная ось через первичную установку или через программирование FGROUP влияет на скорость движения по траектории. Если нет, то переменная выводит значение "0".
$P_FGROUP_MASK	Выводит битовый ключ запрограммированных с FGROUP осей канала, которые должны содействовать скорости движения по траектории.

Коэффициенты соотношения траекторий для осей ориентации с FGREF

Для осей ориентации принцип действия коэффициентов FGREF[] зависит от того, осуществляется ли изменение ориентации инструмента через интерполяцию круговой оси или векторную интерполяцию.

При **интерполяции круговой оси** соответствующие коэффициенты FGREF осей ориентации учитываются как для круговых осей по отдельности как исходный радиус для хода осей.

При **векторной интерполяции** активируется эффективный коэффициент FGREF, который определяется как геометрическое среднее значение из отдельных коэффициентов FGREF:

FGREF[эфф.] = n-ный корень из:[(FGREF[A] * FGREF[B]...)]

где:	A:	идентификатор 1-ой оси ориентации
	B:	идентификатор 2-ой оси ориентации
	C:	идентификатор 3-ей оси ориентации
	n:	Число осей ориентации

Пример:

Для стандартной 5-осевой трансформации существует две оси ориентации и тем самым эффективный коэффициент как корень из результата двух осевых коэффициентов:

FGREF[эфф.] = квадратный корень из:[(FGREF[A] * FGREF[B])]

Примечание

С помощью эффективного коэффициента для осей ориентации `FGREF` может быть определена исходная точка на инструменте, к которой относится запрограммированная подача по траектории.

7.2 Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)

Функция

Позиционирующие оси перемещаются независимо от траекторных осей со своей специфической для оси подачей. Команды интерполяции не действуют. С помощью команд POS/POSA/POSP осуществляется перемещение позиционирующих осей и одновременная координация процессов движения.

Типичными примерами для позиционирующих осей являются:

- устройства загрузки палет
- измерительные установки

С помощью WAITP можно обозначить в программе ЧПУ место, на котором осуществляется ожидание до тех пор, пока запрограммированная в одном из предыдущих кадров ЧПУ в POSA ось не достигнет своей конечной позиции.

При WAITMC при поступлении указанной метки ожидания сразу же устанавливается следующий кадр ЧПУ.

Синтаксис

```
POS[<ось>]=<позиция>
POSA[<ось>]=<позиция>
POSP[<ось>]=(<конечная позиция>,<длина фрагмента>,<режим>)
FA[<ось>]=<значение>
WAITP(<ось>) ; Программирование в отдельном кадре ЧПУ!
WAITMC(<метка ожидания>)
```

Значение

POS / POSA: Переместить позиционирующую ось на указанную позицию

POS и POSA имеют идентичную функциональность, но отличаются в параметрах смены кадра:

- С POS последовательное включение кадра ЧПУ происходит только после достижения позиции подвода.
- С POSA последовательное включение кадра ЧПУ происходит и если позиции подвода не достигнута.

<ось>: Имя перемещаемой оси (идентификатор оси канала или гео-оси)

<позиция>: Позиция оси для подвода

Тип: REAL

POSP: Постепенное перемещение позиционирующей оси на указанную конечную позицию

<конечная позиция>: Конечная позиция оси для подвода

<длина фрагмента>: Длина фрагмента

<режим>: Режим подвода

= 0: Для обоих последних фрагментов выполняется разделение оставшегося пути до конечной позиции на два заключительных фрагмента равного размера (предустановка).

= 1: Длина фрагмента согласуется таким образом, что сумма всех вычисленных длин фрагментов точна равна пути до конечной позиции.

Указание:
POSP используется специально для программирования маятниковых движений.

Литература:
Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава "Качание"

FA: Подача для указанной позиционирующей оси

<ось>: Имя перемещаемой оси (идентификатор оси канала или гео-оси)

<значение>: Скорость подачи

Единица: мм/мин или дюйм/мин или градус/мин

Указание:
На кадр ЧПУ может быть запрограммировано макс. 5 значения FA.

WAITP: Ожидать завершения перемещения позиционирующей оси

Обработка последующих кадров не начинается до тех пор, пока указанная и запрограммированная в предшествующем кадре с помощью POSA позиционирующая ось не достигнет своей конечной позиции (с точным остановом точным).

<ось>: Имя оси (идентификатор оси канала или гео-оси), для которой должна действовать команда WAITP

Указание:
С помощью WAITP можно разрешить ось в качестве качающейся оси или для перемещения в качестве конкурирующей позиционирующей оси (через PLC).

WAITMC: Ожидать поступления указанной метки ожидания

При поступлении метки ожидания сразу же устанавливается следующий кадр ЧПУ.

<метка ожидания>: Номер метки ожидания

⚠ ВНИМАНИЕ

Движение с POSA

Если в последующем кадре считывается команда, которая не явно создает остановку предварительной обработки, то последующий кадр выполняется только после того, как полностью выполнены все подготовленные и сохраненные до этого кадры. Предыдущий кадр останавливается с точным остановом (как для G9).

Примеры

Пример 1: Движение с POSA и доступ к данным состояния станка

При обращении к данным состояния станка ($A…) СЧПУ осуществляет внутреннюю остановку предварительной обработки. Обработка останавливается до тех пор, пока не будут полностью выполнены все прежде подготовленные и сохраненные кадры.

Программный код	Комментарий
N40 POSA[X]=100	
N50 IF $AA_IM[X]==R100 GOTOF MARKE1	; Обращение к данным состояния станка.
N60 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
N...	

Пример 2: Ожидание конца перемещения с WAITP

Устройство подачи паллет

Ось U: накопитель палет

Перемещение палеты с обрабатываемыми деталями в рабочую зону

Ось V: система передачи к измерительной станции, на которой осуществляется параллельный процессу выборочный контроль качества

Программный код	Комментарий
N10 FA[U]=100 FA[V]=100	; Специфические для осей параметры подачи для отдельных позиционирующих осей U и V.
N20 POSA[V]=90 POSA[U]=100 G0 X50 Y70	; Перемещение позиционирующих и траекторных осей.
N50 WAITP(U)	; Выполнение программы продолжается только после достижения осью U запрограммированной в N20 позиции.
…	

Дополнительная информация

Движение с POSA

`POSA` не влияет на последовательное включение кадра или выполнение программы. Движение к конечной точке может осуществляться параллельно с обработкой последующих кадров ЧПУ.

Движение с POS

Последовательное включение кадра осуществляется только после того, как все запрограммированные в `POS` оси достигнут своих конечных позиций.

Ожидание конца перемещения с WAITP

После `WAITP` ось считается более не занятой из программы ЧПУ до тех пор, пока она не будут запрограммирована заново. Эта ось после может использоваться через PLC как позиционирующая ось, или из программы ЧПУ/PLC или HMI как качающаяся ось.

Смена кадра на рампе торможения с IPOBRKA и WAITMC

Ось затормаживается только тогда, когда метка ожидания еще не достигнута или иной критерий окончания кадра препятствует смене кадров. После `WAITMC` ось сразу же запускается, если иной критерий окончания кадра не препятствует смене кадров.

7.3 Режим ориентации шпинделя (SPCON, SPCOF)

Функция

В некоторых случаях может иметь смысл использовать ориентацию шпинделя, к примеру, при резьбонарезании с G33 и большим шагом может быть достигнуто лучшее качество.
Переключение в режим ориентации шпинделя осуществляется через команду ЧПУ SPCON.

Примечание

SPCON требует макс. 3 такта интерполяции.

Синтаксис

SPCON / SPCON(<n>) / SPCON(<n>,<m>,...)

...

SPCOF / SPCOF(<n>) / SPCOF(<n>,<m>,...)

Значение

SPCON: Включить режим управления положением
Указанный шпиндель переключается из управления скоростью в управление положением.
SPCON действует модально и сохраняется до SPCOF.

SPCOF: Выключить режим управления положением
Указанный шпиндель переключается из управления положением в управление скоростью.

<n>: Номер шпинделя, который должен быть переключен.
Без указания номера шпинделя SPCON/SPCOF относятся к мастер-шпинделю.

<n>,<m>,...: В одном кадре возможно и переключение нескольких шпинделей с SPCON или SPCOF.

Примечание

Скорость указывается с помощью S....

Для направлений вращения и останова шпинделя действуют M3, M4 и M5.

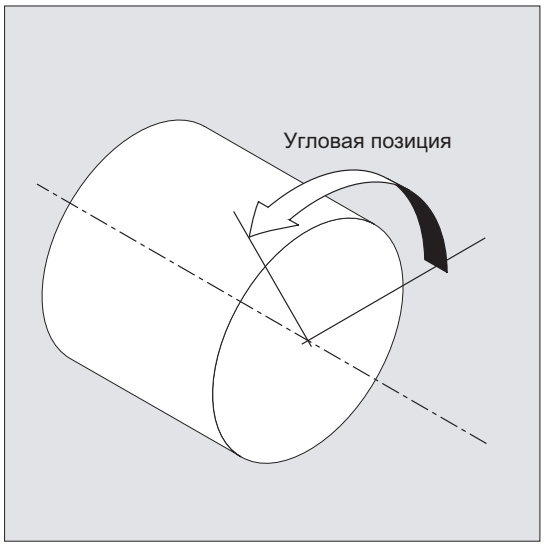
Примечание

При соединении синхронного шпинделя по заданному значению ведущий шпиндель должен быть в режиме ориентации.

7.4 Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

Функция

С помощью SPOS, SPOSA или M19 шпиндели могут позиционироваться в определенные наклонные положения, к примеру, при смене инструмента.



SPOS, SPOSA и M19 вызывают временное переключение в режим ориентации до следующей M3/M4/M5/M41 ... M45.

Позиционирование в осевом режиме

Шпиндель может перемещаться и по своему определенному в машинных данных адресу как траекторная, синхронная или позиционирующая ось. После указания идентификатора оси шпиндель находится в осевом режиме. С помощью M70 шпиндель включается непосредственно в осевой режим.

Конец позиционирования

Критерий окончания движения при позиционировании шпинделя может быть запрограммирован через FINEA, CORSEA, IPOENDA или IPOBRKA.

Если критерии окончания движения для всех обрабатываемых в кадре шпинделей или осей и кроме этого критерий смены кадров для траекторной интерполяции выполнены, то осуществляется смена кадра.

Синхронизация

Для синхронизации движений шпинделя, с помощью WAITS можно ожидать достижения позиции шпинделя.

Условия

Позиционируемый шпиндель должен быть способен работать в режиме ориентации.

Синтаксис

Позиционировать шпиндель:

`SPOS=<значение>` / `SPOS[<n>]=<значение>`

`SPOSA=<значение>` / `SPOSA[<n>]=<значение>`

`M19` / `M<n>=19`

Переключить шпиндель в осевой режим:

`M70` / `M<n>=70`

Определить критерий окончания движения:

`FINEA` / `FINEA[S<n>]`

`COARSEA` / `COARSEA[S<n>]`

`IPOENDA` / `IPOENDA[S<n>]`

`IPOBRKA` / `IPOBRKA(<ось>[,<момент времени>])` ; Программирование в отдельном кадре ЧПУ!

Синхронизировать движения шпинделя:

`WAITS` / `WAITS(<n>,<m>)` ; Программирование в отдельном кадре ЧПУ!

Значение

`SPOS` / `SPOSA`: Позиционировать шпиндель в указанное наклонное положение

`SPOS` и `SPOSA` имеют идентичную функциональность, но отличаются в параметрах смены кадра:

- Со `SPOS` последовательное включение кадра ЧПУ происходит только после достижения позиции.
- Со `SPOSA` последовательное включение кадра ЧПУ происходит и если позиции не достигнута.

`<n>`: Номер шпинделя, который должен быть позиционирован.

Без указания номера шпинделя или с номером шпинделя "0" `SPOS` или `SPOSA` относится к мастер-шпинделю.

`<значение>`: Наклонное положение, в которое должен быть позиционирован шпиндель

Единица: Градус

Тип: REAL

Для программирования режима подвода к позиции существуют следующие возможности:

`=AC(<значение>)`:	Абсолютное указание размера	
	Диапазон значений:	0 … 359,9999
`=IC(<значение>)`:	Инкрементальное указание размера	
	Диапазон значений:	0 … ±99 999,999
`=DC(<значение>)`:	Подвод по прямому пути к абсолютному значению	
`=ACN(<значение>)`:	Абсолютное указание размера, подвод в отрицательном направлении	
`=ACP(<значение>)`:	Абсолютное указание размера, подвод в положительном направлении	
`=<значение>`:	как `DC(<значение>)`	

`M<n>=19`: Позиционировать мастер-шпиндель (`M19` или `M0=19`) или шпиндель с номером **<n>** (`M<n>=19`) в заданное с SD43240 $SA_M19_SPOS наклонное положение в заданном в SD43250 $SA_M19_SPOSMODE режиме подвода к позиции

Последовательное включение кадра ЧПУ только после достижения позиции.

`M<n>=70`: Переключить мастер-шпиндель (`M70` или `M0=70`) или шпиндель с номером **<n>** (`M<n>=70`) в осевой режим

Переход к определенной позиции не осуществляется.
Последовательное включение кадра ЧПУ после осуществления переключения.

`FINEA`: Завершение движения при достижении "Точного останова точного"

`COARSEA`: Завершение движения при достижении "Точного останова грубого"

`IPOENDA`: Завершение движения при достижении "останова интерполятора"

`S<n>`: Шпиндель, для которого должен действовать запрограммированный критерий окончания движения

`<n>`: Номер шпинделя

Без указания шпинделя `[S<n>]` или с номером шпинделя "0" запрограммированный критерий окончания движения относится к мастер-шпинделю.

`IPOBRKA`: Смена кадра на рампе торможения возможна

`<ось>`: Идентификатор оси канала

`<момент времени>`: Момент времени смены кадра, относительно рампы торможения

Единица:	Процент
Диапазон значений:	100 (момент включения рампы торможения) … 0 (конец рампы торможения)

Без указания параметра `<момент времени>` вступает в силу актуальное значение установочных данных:
SD43600 $SA_IPOBRAKE_BLOCK_EXCHANGE

Указание:
`IBOBRKA` с моментом времени "0" идентична `IPOENDA`.

WAITS:	Команда синхронизации для указанного(ых) шпинделя(ей) Обработка последующих кадров не начинается до тех пор, пока указанный(ые) и запрограммированный(ые) в предшествующем кадре с помощью SPOSA шпиндель(и) не достигнет(ут) своей позиции (с точным остановом точным).	
	WAITS после M5:	Ожидать остановки указанного(ых) шпинделя(ей).
	WAITS после M3/M4:	Ожидать достижения указанным(и) шпинделем(ями) своей заданной скорости.
	<n>,<m>:	Номера шпинделей, для которых должна действовать команда синхронизации Без указания номера шпинделя или с номером шпинделя "0" WAITS относится к мастер-шпинделю.

Примечание

На кадр ЧПУ возможно 3 указания позиции шпинделя.

Примечание

При инкрементальном указании размера IC(<значение>) позиционирование шпинделя возможно через несколько оборотов.

Примечание

Если перед SPOS было включено управление положением со SPCON, то оно сохраняется до SPCOF.

Примечание

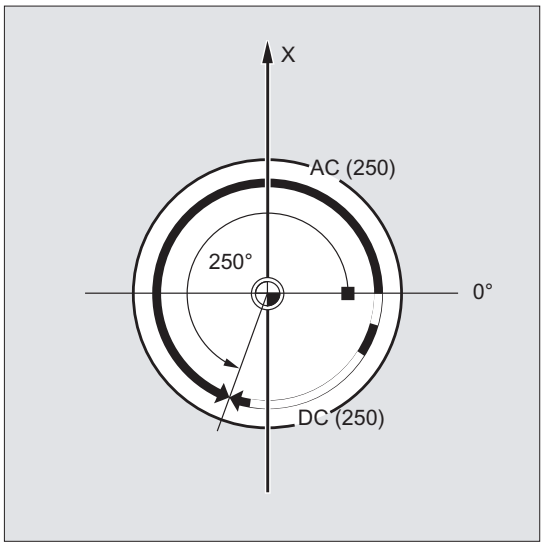
СЧПУ на основе последовательности программирования самостоятельно определяет переход в осевой режим. Поэтому явного программирования M70 в программе обработки детали более не требуется. Но M70 может продолжать программироваться, чтобы, к примеру, улучшить читабельность программы обработки детали.

Примеры

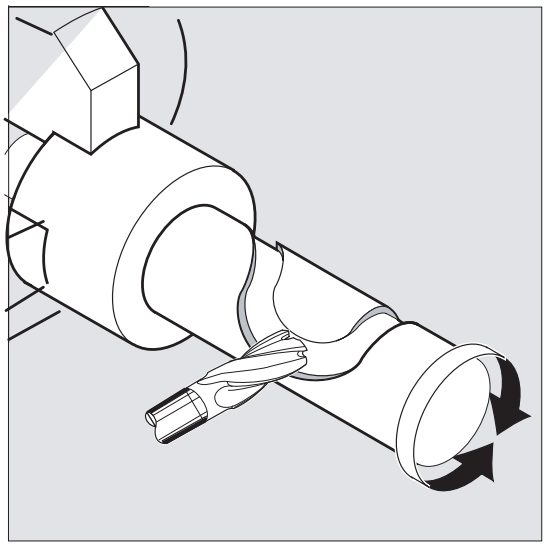
Пример 1: Позиционирование шпинделя с отрицательным направлением вращения

Шпиндель 2 должен быть позиционирован на 250° с отрицательным направлением вращения:

Программный код	Комментарий
N10 SPOSA[2]=ACN(250)	; При необходимости шпиндель затормаживается и ускоряется в противоположном направлении для позиционирования.



Пример 2: Позиционирование в осевом режиме



Вариант программы 1:

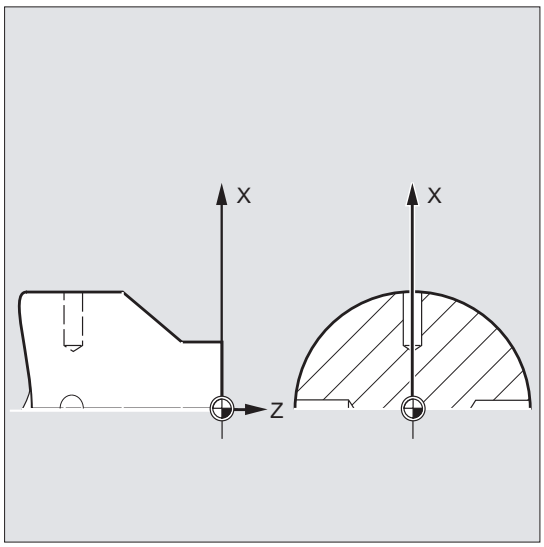
Программный код	Комментарий
...	
N10 M3 S500	
...	
N90 **SPOS[2]=0**	; **Управление положением включено, шпиндель 2 позиционирован на 0, в следующем кадре перемещение может осуществляться в осевом режиме.**
N100 X50 C180	; Шпиндель 2 (ось C) перемещается с линейной интерполяцией синхронно с X.
N110 Z20 SPOS[2]=90	; Шпиндель 2 позиционируется на 90 градусов.

Вариант программы 2:

Программный код	Комментарий
...	
N10 M3 S500	
...	
N90 **M2=70**	; **Шпиндель 2 переходит в осевой режим.**
N100 X50 C180	; Шпиндель 2 (ось C) перемещается с линейной интерполяцией синхронно с X.
N110 Z20 SPOS[2]=90	; Шпиндель 2 позиционируется на 90 градусов.

Пример 3: Токарная деталь с установкой поперечных отверстий

На этой токарной детали должны быть установлены поперечные отверстия. Работающий приводной шпиндель (мастер-шпиндель) останавливается на нуле градусов и после останавливается, соответственно повернутый на 90°, и т.д.



```
Программный код              Комментарий
....
N110 S2=1000 M2=3            ; Включить устройство поперечного сверления.
N120 SPOSA=DC(0)             ; Прямое позиционирование главного шпинделя на 0°,
                               последовательное включение кадра осуществляется сразу
                               же.
N125 G0 X34 Z-35             ; Включение сверла при позиционировании шпинделя.
N130 WAITS                   ; Ожидание достижения главным шпинделем своей позиции.
N135 G1 G94 X10 F250         ; Подача в мм/мин (G96 возможна только для устройства
                               многогранной токарной обработки и синхронного
                               шпинделя, не для вращающихся инструментов на
                               поперечном суппорте).
N140 G0 X34
N145 SPOS=IC(90)             ; Позиционирование осуществляется с остановкой чтения в
                               положительном направлении на 90°.
N150 G1 X10
N155 G0 X34
N160 SPOS=AC(180)            ; Позиционирование осуществляется относительно нулевой
                               точки шпинделя на позицию 180°.
N165 G1 X10
N170 G0 X34
N175 SPOS=IC(90)             ; От абсолютной позиции 180° шпиндель движется в
                               положительном направлении на 90°, после этого он
                               находится на абсолютной позиции 270°.
N180 G1 X10
N185 G0 X50
...
```

Дополнительная информация

Позиционирование со SPOSA

SPOSA не влияет на последовательное включение кадра или выполнение программы. Позиционирование шпинделя может осуществляться параллельно с выполнением последующих кадров ЧПУ. Смена кадра происходит после достижения всеми запрограммированными в кадре функциями (кроме шпинделя) их критерия конца кадра. Позиционирование шпинделя при этом может растягиваться на несколько кадров (см. WAITS).

ЗАМЕТКА
Если в одном из последующих кадров считывается команда, не явно создающая остановку предварительной обработки, то обработка останавливается в этом кадре до остановки всех позиционирующих шпинделей.

Позиционирование со SPOS / M19

Последовательное включении кадра осуществляется только после того, как все запрограммированные в кадре функции достигли своего критерия конца кадра (к примеру, все вспомогательные функции были квитированы с PLC, все оси достигли конечной точки) и шпиндель достиг запрограммированной позиции.

Скорость движений:

Скорость и характеристика торможения для позиционирования зафиксированы в машинных данных. Спроектированные значения могут быть изменены через программирование или через синхронные действия, см.:

- Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) [Страница 134]
- Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция) [Страница 140]

Указание позиций шпинделя:

Т.к. команды G90/G91 здесь не действуют, явно действуют соответствующие указания размеров, к примеру, AC, IC, DC, ACN, ACP. Перемещение без параметров автоматически осуществляется как при параметре DC.

Синхронизация движений шпинделя с WAITS

С помощью WAITS в программе ЧПУ может быть обозначено место, на котором осуществляется ожидание достижения одним или несколькими запрограммированными в более раннем кадре ЧПУ в SPOSA шпинделями их позиции.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 SPOSA[2]=180 SPOSA[3]=0	
...	
N40 WAITS(2,3)	; Ожидание в кадре осуществляется до тех пор, пока шпиндели 2 и 3 не достигнут позиций, указанных в кадре N10.

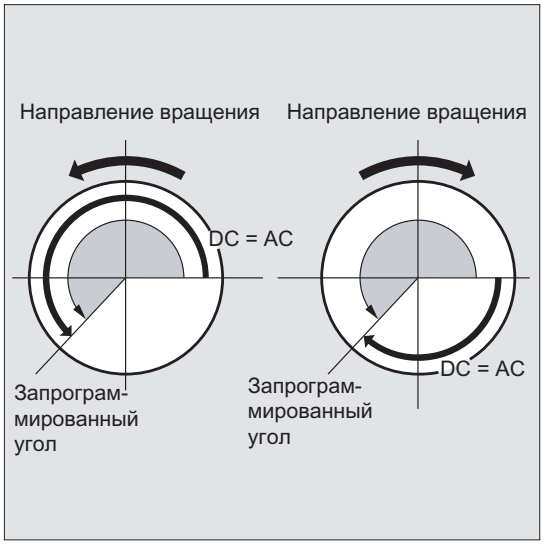
После M5 с помощью WAITS можно ожидать перехода шпинделя(ей) в состояние покоя. После M3/M4 с помощью WAITS можно ожидать достижения шпинделем(ями) заданной скорости/направления вращения.

Примечание

Если шпиндель еще не синхронизирован с синхронными метками, то положительное направление вращения берется из машинных данных (состояние при поставке).

Позиционирование шпинделя из вращения (M3/M4)

При включенных M3 или M4 шпиндель останавливается на запрограммированном значении.



Параметры DC и AC идентичны. В обоих случаях вращение продолжается в выбранном через M3/M4 направлении до абсолютной конечной позиции. При ACN и ACP при необходимости осуществляется торможение и удержание соответствующего направления подвода. При указании IC вращение, исходя из актуальной позиции шпинделя, продолжается на указанное значение.

Позиционирование шпинделя из состояния покоя (M5)

Запрограммированный путь проходится точно из состояния покоя (M5) в соответствии с введенными данными.

7.5 Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)

Функция

Позиционирующие оси, к примеру, системы транспортировки детали, револьвер или люнеты, перемещаются независимо от траекторных и синхронных осей. Поэтому для каждой позиционирующей оси определяется собственная подача.

И для шпинделей можно запрограммировать собственную осевую подачу.

Наряду с этим существует возможность получения для траекторных или синхронных осей или для отдельных позиционирующих осей/шпинделей от другой круговой оси или шпинделя.

Синтаксис

Подача для позиционирующей оси:
```
FA[<ось>]=…
```

Осевая подача для шпинделя:
```
FA[SPI(<n>)]=…
FA[S<n>]=…
```

Получение окружной подачи для траекторных/синхронных осей:

```
FPR(<круговая ось>)
```

```
FPR(SPI(<n>))
```

```
FPR(S<n>)
```

Получение окружной подачи для позиционирующих осей/шпинделей:

```
FPRAON(<ось>,<круговая ось>)
```

```
FPRAON(<ось>,SPI(<n>))
```

```
FPRAON(<ось>,S<n>)
```

```
FPRAON(SPI(<n>),<круговая ось>)
```

```
FPRAON(S<n>,<круговая ось>)
```

```
FPRAON(SPI(<n>),SPI(<n>))
```

```
FPRAON(S<n>,S<n>)
```

```
FPRAOF(<ось>,SPI(<n>),…)
```

```
FPRAOF(<ось>,S<n>,…)
```

Значение

FA[...]=... :	Подача для указанной позиционирующей оси или скорость позиционирования (осевая подача) для указанного шпинделя Единица: мм/мин или дюйм/мин или градус/мин Диапазон значений: … 999 999,999 мм/мин, градусов/мин … 39 999,9999 дюймов/мин
FPR(...):	С FPR обозначается круговая ось (<круговая ось>) или шпиндель (SPI(<n>) / S<n>), от которой должна быть получена запрограммированная в G95 окружная подача для траекторных и синхронных осей.
FPRAON(...):	Получение окружной подачи для позиционирующих осей и шпинделей Первый параметр (<ось> / SPI(<n>) / S<n>) обозначает позиционирующую ось/шпиндель, которая должна перемещаться с окружной подачей. Второй параметр (<круговая ось> / SPI(<n>) / S<n>) обозначает круговую ось/шпиндель, от которой должна быть получена окружная подача. **Указание:** Второй параметр может быть не нужен, тогда подача отводится от мастер-шпинделя.
FPRAOF(...):	С FPRAOF полученная окружная подача для указанных осей или шпинделей отменяется.
<ось>:	Идентификатор оси (позиционирующая или гео-ось)
SPI(<n>) / S<n> :	Идентификатор шпинделя SPI(<n>) и S<n> функционально идентичны. <n>: Номер шпинделя **Указание:** SPI преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Передаваемый параметр (<n>) должен содержать действительный номер шпинделя.

Примечание

Запрограммированная подача FA[...] действует модально.

На кадр ЧПУ может быть запрограммировано макс. 5 подач для позиционирующих осей/шпинделей.

Примечание

Отводимая подача вычисляется по следующей формуле:

Отводимая подача = запрограммированная подача * значение главной подачи

Примеры

Пример 1: Соединение синхронных шпинделей

Для соединения синхронных шпинделей скорость позиционирования ведомого шпинделя может программироваться независимо от ведущего шпинделя – к примеру, для позиционирования.

Программный код	Комментарий
...	
FA[S2]=100	; Скорость позиционирования ведомого шпинделя (шпиндель 2) = 100 градусов/мин
...	

Пример 2: Отводимая окружная подача для траекторных осей

Траекторные оси X, Y должны перемещаться с окружной подачей, отводимой от круговой оси A:

Программный код
...
N40 FPR(A)
N50 G95 X50 Y50 F500
...

Пример 3: Получение окружной подачи для мастер-шпинделя

Программный код	Комментарий
N30 FPRAON(S1,S2)	; Окружная подача для мастер-шпинделя (S1) должна отводиться от шпинделя 2.
N40 SPOS=150	; Позиционировать мастер-шпиндель.
N50 FPRAOF(S1)	; Отключить отводимую окружную подачу для мастер-шпинделя.

Пример 4: Получение окружной подачи для позиционирующей оси

Программный код	Комментарий
N30 FPRAON(X)	; Окружная подача для позиционирующей оси X должна отводиться от мастер-шпинделя.
N40 POS[X]=50 FA[X]=500	; Позиционирующая ось движется с 500 мм/оборот мастер-шпинделя.
N50 FPRAOF(X)	

Дополнительная информация

FA[...]

Всегда действует тип подачи `G94`. Если `G70`/`G71` активна, то единица измерения метрическая/дюймовая зависит от предварительной установки в машинных данных. С помощью `G700`/`G710` единица измерения может изменяться в программе.

ЗАМЕТКА
Если `FA` не запрограммирована, то действует установленное в машинных данных значение.

FPR(...)

С помощью `FPR` в качестве расширения команды `G95` (окружная подача относительно мастер-шпинделя) окружная подача может отводиться от любого шпинделя или круговой оси. `G95 FPR(…)` действует для траекторных и синхронных осей.

Если обозначенная с FPR круговая ось/шпиндель работает с ориентацией, то действует соединение по заданному значению, в иных случаях – соединение по фактическому значению.

FPRAON(...)

С помощью `FPRAON` возможен осевой отвод окружной подачи для позиционирующих осей и шпинделей от мгновенной подачи другой круговой оси или шпинделя.

FPRAOF(...)

С помощью `FPRAOF` можно выключить окружную подачу для одной или нескольких осей/шпинделей одновременно.

7.6 Программируемая коррекция подачи (OVR, OVRRAP, OVRA)

Функция

Скорость траекторных/позиционирующих осей и шпинделей может изменяться в программе ЧПУ.

Синтаксис

```
OVR=<значение>
OVRRAP=<значение>
OVRA[<ось>]=<значение>
OVRA[SPI(<n>)]=<значение>
OVRA[S<n>]=<значение>
```

Значение

`OVR`:	Изменение подачи для подачи по траектории F
`OVRRAP`:	Изменение подачи для скорости ускоренного хода
`OVRA`:	Изменение подачи для подачи позиционирования `FA` или для скорости шпинделя `S`
`<ось>`:	Идентификатор оси (позиционирующая или гео-ось)
`SPI(<n>)` / `S<n>` :	Идентификатор шпинделя `SPI(<n>)` и `S<n>` функционально идентичны. `<n>`: Номер шпинделя **Указание:** `SPI` преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Передаваемый параметр `(<n>)` должен содержать действительный номер шпинделя.
`<значение>`:	Изменение подачи в процентах Значение относится или накладывается на установленную на станочном пульте процентовку подачи. Диапазон значений: … 200%, целочисленные **Указание:** При коррекции траектории и ускоренного хода установленные в машинных данных максимальные скорости не превышаются.

Примеры

Пример 1:

Установленная процентовка подачи: 80%

Программный код	Комментарий
N10 ... F1000	
N20 OVR=50	; Запрограммированная подача по траектории F1000 изменяется в F400 (1000 * 0,8 * 0,5).
...	

Пример 2:

Программный код	Комментарий
N10 OVRRAP=5	; Скорость ускоренного хода уменьшается до 5%.
...	
N100 OVRRAP=100	; Скорость ускоренного хода снова устанавливается на 100% (= основная установка).

Пример 3:

Программный код	Комментарий
N... OVR=25 OVRA[A1]=70	; Подача по траектории снижается до 25%, подача позиционирования для позиционирующей оси A1 до 70%.

Пример 4:

Программный код	Комментарий
N.. OVRA[SPI(1)]=35	; Скорость для шпинделя 1 снижается до 35%.

или

Программный код	Комментарий
N.. OVRA[S1]=35	; Скорость для шпинделя 1 снижается до 35%.

7.7 Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция)

Функция

В критических сегментах программы может возникнуть необходимость, ограничить ускорение до максимального возможного значения, чтобы, к примеру, избежать механических вибраций.

С помощью программируемой коррекции ускорения для каждой траекторной оси или шпинделя через команду в программе ЧПУ может быть изменено ускорение. Ограничение действует во всех типах интерполяции. В качестве 100 % ускорения действуют установленные в машинных данных значения.

Синтаксис

```
ACC[<ось>]=<значение>
ACC[SPI(<n>)]=<значение>
ACC(S<n>)=<значение>
```

Выключение:
```
ACC[...]=100
```

Синтаксис

ACC:	Изменение ускорения для указанной траекторной оси или изменение скорости для указанного шпинделя
<ось>:	Имя оси канала траекторной оси
SPI(<n>) / S<n> :	Идентификатор шпинделя SPI(<n>) и S<n> функционально идентичны. <n>: Номер шпинделя **Указание:** SPI преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Передаваемый параметр (<n>) должен содержать действительный номер шпинделя.
<значение>:	Изменение ускорения в процентах Значение относится или накладывается на установленную на станочном пульте процентовку подачи. Диапазон значений: 1 … 200%, целочисленные

ЗАМЕТКА
При большем ускорении могут быть превышены разрешенные изготовителем станка значения.

Пример

Программный код	Комментарий
N50 ACC[X]=80	; Осевые салазки в направлении X должны перемещаться только с ускорением 80%.
N60 ACC[SPI(1)]=50	; Шпиндель 1 должен ускоряться или тормозиться только с 50% способности разгона.

Дополнительная информация

Запрограммированная с ACC коррекция ускорения

Запрограммированная с `ACC[...]` коррекция ускорения всегда учитывается как в системной переменной $AA_ACC при выводе. Выгрузка в программе обработки детали и в синхронных действиях происходит в различные моменты времени в обработке ЧПУ.

В программе обработки детали

Записанное в программе обработки детали значение учитывается в системной переменной $AA_ACC как записано в программе обработки детали только в том случае, если `ACC` промежуточно не изменялась из синхронного действия.

В синхронных действиях

Соответственно действует: Записанное синхронным действием значение учитывается в системной переменной $AA_ACC как записано синхронным действием только в том случае, если `ACC` промежуточно не изменялась из программы обработки детали.

Заданное ускорение может изменяться и через синхронные действия (см. Описание функций, синхронные действия).

Пример:

```
Программный код
...
N100 EVERY $A_IN[1] DO POS[X]=50 FA[X]=2000 ACC[X]=140
```

Актуальное значение ускорения может быть запрошено с помощью системной переменной $AA_ACC[<ось>]. Через машинные данные можно установить, должно ли при RESET/завершении программы обработки детали действовать последнее установленное значение `ACC` или 100%.

7.8 Подача с наложением маховичка (FD, FDA)

Функция

С помощью команд FD и FDA можно перемещать оси в процессе выполнения программы обработки детали с помощью маховичков. При этом на запрограммированные движения перемещения осей накладываются нормированные как данные хода или скорости сигналы маховичка.

Траекторные оси
Для траекторных осей возможно наложение запрограммированной подачи по траектории. При этом обрабатывается маховичок 1-ой гео-оси канала. Нормированные в зависимости от направления вращения импульсы маховичка на такт IPO соответствуют накладываемой скорости движения по траектории. Предельные значения скорости движения по траектории, которые могут быть достигнуты через наложение маховичка:

- Минимальное значение: 0
- Максимальное значение: Предельные значения машинных данных участвующих в движении перемещения траекторных осей

Примечание

Подача по траектории

Подача по траектории F и подача маховичка FD не могут быть запрограммированы в одном кадре ЧПУ.

Позиционирующие оси
Для позиционирующих осей возможно осевое наложение пути перемещения или скорости. При этом обрабатывается согласованный с осью маховичок.

- Наложение перемещения
  Нормированные в зависимости от направления вращения импульсы маховичка соответствуют пути, который должен быть пройден осью. При этом учитываются только импульсы маховичка в направлении к запрограммированной позиции.
- Наложение скорости
  Нормированные в зависимости от направления вращения импульсы маховичка на такт IPO соответствуют накладываемой осевой скорости. Предельные значения скорости движения по траектории, которые могут быть достигнуты через наложение маховичка:
  - Минимальное значение: 0
  - Максимальное значение: Предельные значения машинных данных позиционирующей оси

Подробное описание параметрирования маховичков можно найти в:

Литература:
/FB2/ Описание функций "Расширенные функции", Движение вручную и движение с помощью маховичка (H1)

Синтаксис

```
FD=<скорость>
FDA[<ось>]=<скорость>
```

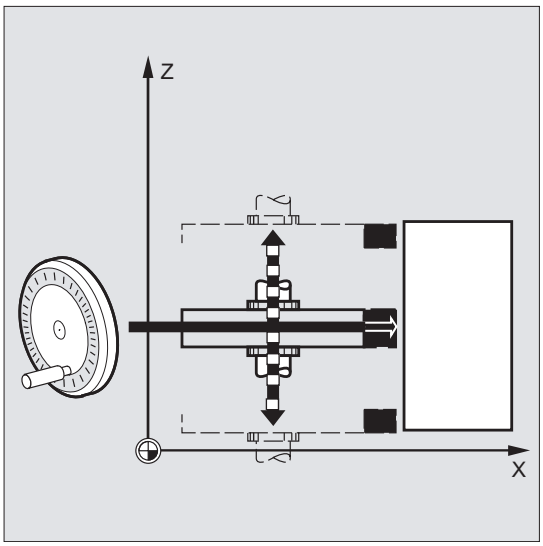
Значение

`FD=< скорость >:`	Подача по траектории и разрешение наложения скорости через маховичок. <скорость>: • Значение = 0: запрещено! • Значение ≠ 0: Скорость движения по траектории
`FDA[<ось>]=<скорость>:`	Осевая подача <скорость>: • Значение = 0: Задача перемещения через маховичок • Значение ≠ 0: Осевая скорость
`<ось>`:	Идентификатор позиционирующей оси

Примечание

`FD` и `FDA` действуют покадрово.

Пример



Заданное перемещение: Качающийся в направлении Z шлифовальный круг через маховичок движется в направлении X к детали.

При этом оператор может осуществлять ручную подачу до равномерного искрения. Посредством активации "Стирания остатка пути" осуществляется переход в следующий кадр ЧПУ и работа продолжается в режиме АВТО.

Дополнительная информация

Перемещение траекторных осей с наложением скорости (FD=<скорость>)

Для кадра программы обработки детали, в котором запрограммировано наложение скорости движения по траектории, должны быть выполнены следующие условия:

- Команда перемещения `G1`, `G2` или `G3` активна
- Точный останов `G60` активен
- Линейная подача `G94` активна

Процентовка подачи

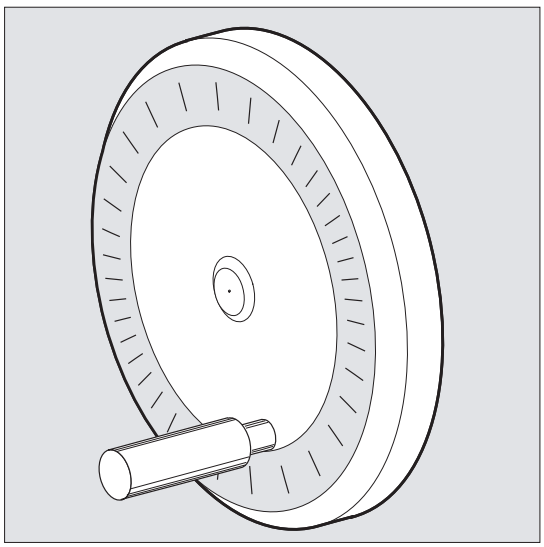
Процентовка подачи действует только на запрограммированную скорость движения по траектории, но не на созданный маховичком компонент скорости (исключение: процентовка подачи = 0).

Пример:

Программный код	Описание
N10 X… Y… F500	; Подача по траектории = 500 мм/мин
N20 X… Y… FD=700	; Подача по траектории = 700 мм/мин и наложение скорости ; через маховичок. ; В N20 происходит разгон с 500 до 700 мм/мин. Через маховичок ; в зависимости от направления вращения можно изменять ; скорость движения по траектории между 0 и макс. значением (машинные данные).

Перемещение позиционирующих осей с заданным перемещением (FDA[<ось>]=0)

В кадре ЧПУ с запрограммированной `FDA[<ось>]=0` подача устанавливается на ноль, поэтому со стороны программы движение перемещения не выполняется. Запрограммированное движение перемещения к заданному конечному положению теперь управляется исключительно оператором посредством вращения маховичка.



Пример:

Программный код	Описание
...	
N20 POS[V]=90 FDA[V]=0	; Заданное конечное положение = 90 мм, осевая подача = ; 0 мм/мин и ; наложение перемещения через маховичок. ; Скорость оси V в начале кадра = 0 мм/мин. Перемещение и скорость задаются через импульсы маховичка

Направление движения, скорость движения:
Оси перемещаются в соответствии со знаком точно по заданному импульсами маховичка пути. В зависимости от направления вращения, возможно движение вперед и назад. Чем быстрее вращается маховичок, тем выше скорость перемещения.

Диапазон перемещения:
Диапазон перемещения ограничивается стартовой позицией и запрограммированной конечной точкой.

Перемещение позиционирующих осей с наложением скорости (FDA[<ось>]=<скорость>)

В кадре ЧПУ с запрограммированной `FDA[…]=…` подача ускоряется или замедляется от последнего запрограммированного значения `FA` до запрограммированного в `FDA` значения. Исходя из актуальной подачи `FDA` запрограммированное движение к позиции назначения с помощью вращения маховичка может ускоряться или замедляться до нуля. В качестве максимальной скорости действуют спараметрированные в машинных данных значения.

Пример:

Программный код	Описание
`N10 POS[V]=… FA[V]=100`	`; Осевая подача = 100 мм/мин`

`N20 POS[V]=100 FAD[V]=200`	`; Осевое заданное конечное положение = 100, осевая`
	`; подача = 200 мм/мин`
	`; и наложение скорости через маховичок.`
	`; В N20 происходит разгон с 100 до 200 мм/мин. Через`
	`; маховичок возможно зависимое от направления`
	`; вращения изменение скорости`
	`между 0 и макс. значением (машинные данные).`

Диапазон перемещения:
Диапазон перемещения ограничивается стартовой позицией и запрограммированной конечной точкой.

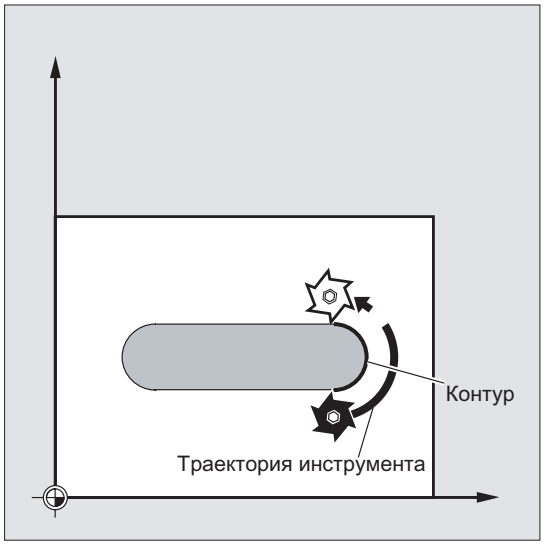
7.9 Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN)

Функция

Запрограммированная подача при включенном режиме коррекции G41/G42 для радиуса фрезы прежде всего относится к траектории центра фрезы (сравни главу "Трансформации координат (фреймы)").

При фрезеровании окружности (это же относится и к полиномиальной и сплайн-интерполяции) подача на кромке фрезы при определенных обстоятельствах изменятся до такой степени, что это отрицательно влияет на результат обработки.

Пример: Фрезерование небольшого наружного радиуса большим инструментом. Путь, который должна пройти наружная сторона фрезы, значительно больше пути вдоль контура.



Из-за этого работа на контуре осуществляется с очень маленькой подачей. Чтобы избежать таких эффектов, необходимо соответствующее управление подачей для изогнутых контуров.

Синтаксис

```
CFTCP
CFC
CFIN
```

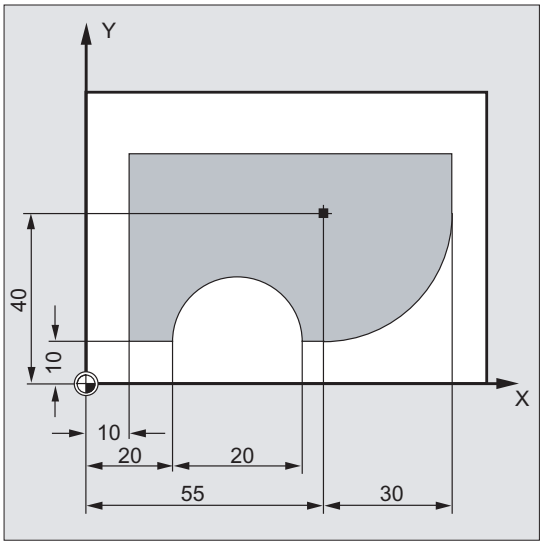
Значение

CFTCP: Постоянная подача на траектории центра фрезы
СЧПУ поддерживает скорость подачи постоянной, коррекции подачи отключаются.

CFC: Постоянная подача на контуре (резец инструмента)
Эта функция является стандартной предварительной установкой.

CFIN: Постоянная подача на резце инструмента только на изогнутых внутрь контурах, в иных случаях на траектории центра фрезы
Скорость подачи уменьшается на внутренних радиусах.

Пример

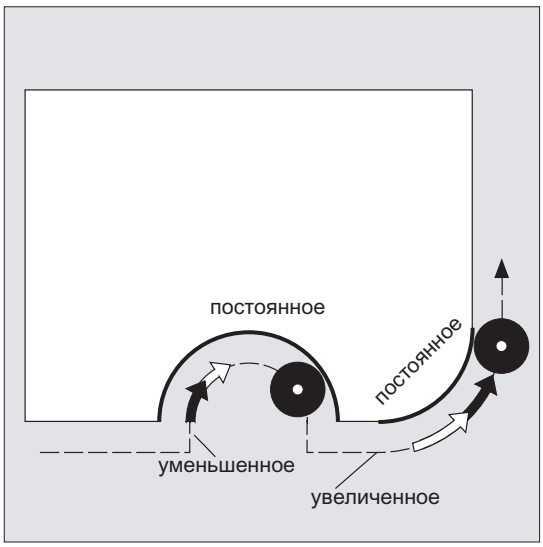


В этом примере сначала изготовляется контур с откорректированной CFC подачей. При чистовой обработке фрезеруемая поверхность дополнительно обрабатывается с CFIN. Благодаря этому удается предотвратить повреждение фрезеруемой поверхности на наружных радиусах из-за слишком высокой скорости подачи.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54 G64 T1 M6	
N20 S3000 M3 CFC F500 G41	
N30 G0 X-10	
N40 Y0 Z-10	; Подача на первую глубину резания
N50 KONTUR1	; Вызов подпрограммы
N40 CFIN Z-25	; Подача на вторую глубину резания
N50 KONTUR1	; Вызов подпрограммы
N60 Y120	
N70 X200 M30	

Дополнительная информация

Постоянная подача на контуре с CFC



Скорость подачи уменьшается на внутренних радиусах, увеличивается на наружных радиусах. Таким образом, скорость на резце инструмента и тем самым на контуре остается постоянной.

7.10 Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA)

Функция

С помощью функции "Несколько значений подачи в одном кадре", в зависимости от внешних цифровых и/или аналоговых входов, возможна синхронная с движением активация различных значений подачи одного кадра ЧПУ, времени ожидания, а также обратного хода.

Аппаратные входные сигналы собраны в одном входном байте.

Синтаксис

```
F2=... до F7=...
ST=...
SR=...

FMA[2,<ось>]=... до FMA[7,<ось>]=...
STA[<ось>]=...
SRA[<ось>]=...
```

Значение

`F2=... до F7=...`:	По адресу `F` программируется подача по траектории, действующая до тех пор, пока нет входного сигнала. Дополнительно к подаче по траектории могут быть запрограммированы до 6-ти других подач в кадре. Числовое расширение указывает битовый номер входа, при изменении которого начинает действовать подача. Активность: покадрово
`ST=...`:	Время ожидания в сек (для шлифовальной технологии: время выхаживания) Входной бит: 1 Активность: покадрово
`SR=...`:	Путь обратного хода Единица для пути обратного хода относится к актуальной действующей единице измерения (мм или дюймы). Входной бит: 0 Активность: покадрово

`FMA[2,<ось>]=... до` `FMA[7,<ось>]=...:`	По адресу `FA` программируется осевая подача, действующая до тех пор, пока нет входного сигнала. В дополнение к осевой подаче `FA`, с помощью `FMA` в кадре может быть запрограммировано до 6 других подач на ось. Первый параметр указывает битовый номер входа, второй ось, для которой должна действовать подача. Активность: покадрово
`STA[<ось>]=...:`	Осевое время ожидания в сек (для шлифовальной технологии: время выхаживания) Входной бит: 1 Активность: покадрово
`SRA[<ось>]=...:`	Осевой путь обратного хода Входной бит: 0 Активность: покадрово

Примечание

Если активируется вход бит 1 для времени ожидания или путь обратного хода бит 0, то остаточный путь для траекторных осей или соответствующих отдельных осей стирается и запускается время ожидания или обратный ход.

Примечание

Осевая подача (значение `FA` или `FMA`) или подача по траектории (значение `F`) соответствует подаче 100%. С помощью функции "Несколько значений подачи в одном кадре" могут быть реализованы подачи, меньше или равные осевой подаче или подаче по траектории.

Примечание

Если для оси запрограммированы подачи, время ожидания или путь обратного хода на основе внешнего входа, то эта ось в этом кадре не может быть запрограммирована как ось POSA (позиционирующая ось за границы кадра).

Примечание

Look-Ahead действует и при нескольких подачах в одном кадре. Таким образом, актуальная подача может быть ограничена через Look-Ahead.

Примеры

Пример 1: Движение по траектории

Программный код	Комментарий
F7=1000	; 7 соответствует входному биту 7
F2=20	; 2 соответствует входному биту 2
ST=1	; Время ожидания (сек) входной бит 1
SR=0.5	; Путь обратного хода (мм) входной бит 0

Пример 2: Осевое движение

Программный код	Комментарий
FMA[3,x]=1000	; Осевая подача со значением 1000 для оси X, 3 соответствует входному биту 3.

Пример 3: Несколько рабочих ходов в одном кадре

Программный код	Комментарий
N20 T1 D1 F500 G0 X100	; Исходное положение
N25 G1 X105 F=20 F7=5 F3=2.5 F2=0.5 ST=1.5 SR=0.5	; Обычная подача с F, черновая обработка с F7, чистовая обработка с F3, точная чистовая обработка с F2, время ожидания 1.5 сек, путь обратного хода 0.5 мм
...	

7.11 Покадровая подача (FB)

Функция

С помощью функции "Покадровая подача" для отдельного кадра может быть задана отдельная подача. После этого кадра снова активна действовавшая до этого модальная подача.

Синтаксис

```
FB=<значение>
```

Значение

FB:	Подача только для актуального кадра
<ЗНАЧЕНИЕ>:	Запрограммированное значение должно быть больше нуля. Интерпретация осуществляется в соответствии с активным типом подачи: • G94: подача в мм/мин или градусах/мин • G95: подача в мм/оборот или дюймов/оборот • G96: постоянная скорость резания

Примечание

Если в кадре не запрограммировано движение перемещения (к примеру, кадр вычисления), то FB не действует.

Если не запрограммировано явной подачи для фаски/закругления, то значение FB действует и для имеющегося в этом кадре элемента контура "фаска/закругление".

Интерполяции подачи FLIN, FCUB, ... возможны без ограничений.

Одновременное программирование FB и FD (перемещение маховичком с наложением подачи) или F (модальная подача по траектории) **не** возможно .

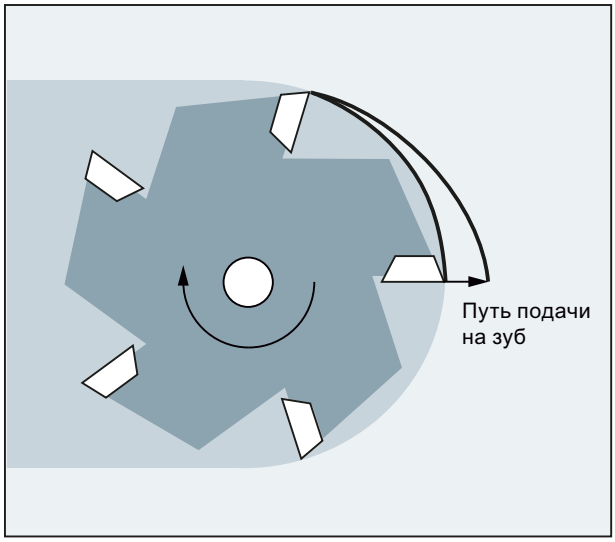
Пример

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	; Исходное положение
N20 G1 X10	; Подача 100 мм/мин
N30 X20 FB=80	; Подача 80 мм/мин
N40 X30	; Подача снова 100 мм/мин.
...	

7.12 Подача на зуб (G95 FZ)

Функция

В первую очередь для фрезерных обработок, вместо окружной подачи может быть запрограммирована и более часто используемая на практике подача на зуб:



Через параметр инструмента $TC_DPNT (число зубьев) активного блока данных коррекции инструмента СЧПУ из запрограммированной подачи на зуб вычисляет для каждого кадра перемещения эффективную окружную подачу:

F = FZ * $TC_DPNT

где:	F:	Окружная подача в мм/об или дюймов/об
	FZ:	Подача на зуб в мм/зуб или дюймов/зуб
	$TC_DPNT:	Параметр инструмента: Число зубьев/об

Тип инструмента ($TC_DP1) активного инструмента не учитывается.

Запрограммированная подача на зуб не зависит от смены инструмента и выбора/отмены блока данных коррекции инструмента и сохраняется модально.

Изменение параметра инструмента $TC_DPNT активного резца вступает в силу при следующем выборе коррекции инструмента или следующей актуализации активных данных коррекции.

Смена инструмента и выбор/отмена блока данных коррекции инструмента приводят к новому вычислению действующей окружной подачи.

Примечание

Подача на зуб относится только в траектории, спец. для оси программирование невозможно.

Синтаксис

```
G95 FZ...
```

Примечание

`G95` и `FZ` могут быть запрограммированы вместе или по отдельности в кадре. Последовательность программирования произвольная.

Значение

`G95`: Тип подачи: Окружная подача в мм/об или дюймов/об (в зависимости от `G700`/`G710`)

По `G95` см. "Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]"

`FZ`: Скорость подачи на зуб

Активация:	с `G95`
Активность:	модально
Единица измерения:	мм/зуб или дюймов/зуб (в зависимости от `G700`/`G710`)

Примечание

Переключение между G95 F... и G95 FZ...

При переключении между `G95 F...` (окружная подача) и `G95 FZ...` (подача на зуб) соответствующее не активное значение подача удаляется.

Примечание

Отвод подачи с FPR

С помощью `FPR`, аналогично окружной подачи, и подача на зуб может быть отведена от любой круговой оси или шпинделя (см. "Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) [Страница 134]").

ВНИМАНИЕ

Смена инструмента / смена мастер-шпинделя

Последующая смена инструмента или смена мастер-шпинделя должны быть учтены пользователем через соответствующее программирование, к примеру, повторное программирование `FZ`.

ВНИМАНИЕ

Технологические требования, к примеру, попутное или встречное фрезерование, торцовое или окружное плоское фрезерование и т.п., а также геометрия траектории (прямая, окружность, ...) не учитываются автоматически. Поэтому необходимо учитывать данные факторы при программировании подачи на зуб.

Примеры

Пример 1: Фреза с 5 зубьями ($TC_DPNE = 5)

Программный код	Комментарий
N10 G0 X100 Y50	
N20 G1 G95 FZ=0.02	; Подача на зуб 0,02 мм/зуб
N30 T3 D1	; Установить инструмент и активировать блок данных коррекции инструмента.
M40 M3 S200	; Скорость шпинделя 200 об/мин
N50 X20	; Фрезерование с: FZ = 0,02 мм/зуб ? эффективная окружная подача: F = 0,02 мм/зуб * 5 зубьев/U = 0,1 мм/об или: F = 0,1 мм/об * 200 об/мин = 20 мм/мин
…	

Пример 2: Переключение между G95 F... и G95 FZ...

Программный код	Комментарий
N10 G0 X100 Y50	
N20 G1 G95 F0.1	; Окружная подача 0,1 мм/об
N30 T1 M6	
N35 M3 S100 D1	
N40 X20	
N50 G0 X100 M5	
N60 M6 T3 D1	; Установить инструмент, к примеру, с 5 зубьями ($TC_DPNT = 5).
N70 X22 M3 S300	
N80 G1 X3 G95 FZ=0.02	; Переключение G95 F… на G95 FZ…, подача на зуб с 0,02 мм/зуб активна.
…	

Пример 3: Отвод подачи на зуб от шпинделя (FBR)

Программный код	Комментарий
…	
N41 FPR(S4)	; Инструмент в шпинделе 4 (не мастер-шпиндель).
N51 G95 X51 FZ=0.5	; Подача на зуб 0,5 мм/зуб в зависимости от шпинделя S4.
…	

Пример 4: Последующая смена инструмента

```
Программный код          Комментарий
N10 G0 X50 Y5
N20 G1 G95 FZ=0.03       ; Подача на зуб 0,03 мм/зуб
N30 M6 T11 D1            ; Установить инструмент, к примеру, с 7 зубьями
                           ($TC_DPNT = 7).
N30 M3 S100
N40 X30                  ; Эффективная окружная подача 0,21 мм/об
N50 G0 X100 M5
N60 M6 T33 D1            ; Установить инструмент, к примеру, с 5 зубьями
                           ($TC_DPNT = 5).
N70 X22 M3 S300
N80 G1 X3                ; Подача на зуб модальная 0,03 мм/зуб
                           ? эффективная окружная подача: 0,15 мм/об
…
```

Пример 5: Смена мастер-шпинделя

```
Программный код          Комментарий
N10 SETMS(1)             ; Шпиндель 1 это мастер-шпиндель.
N20 T3 D3 M6             ; Инструмент 3 устанавливается в шпиндель 1.
N30 S400 M3              ; Скорость S400 шпинделя 1 (и тем самым T3).
N40 G95 G1 FZ0.03        ; Подача на зуб 0,03 мм/зуб
N50 X50                  ; Движение по траектории, эффективная подача зависит от:
                           - подача на зуб FZ
                           - скорость шпинделя 1
                           - число зубьев активного инструмента T3
N60 G0 X60
...
N100 SETMS(2)            ; Шпиндель 2 становится мастер-шпинделем.
N110 T1 D1 M6            ; Инструмент 1 устанавливается в шпиндель 2.
N120 S500 M3             ; Скорость S500 шпинделя 2 (и тем самым T1).
N130 G95 G1 FZ0.03 X20   ; Движение по траектории, эффективная подача зависит от:
                           - подача на зуб FZ
                           - скорость шпинделя 2
                           - число зубьев активного инструмента T1
```

Примечание

После смены мастер-шпинделя (`N100`) пользователь должен выбрать и коррекцию инструмента, вращаемого шпинделем 2.

Дополнительная информация

Переключение между G93, G94 и G95

FZ может быть запрограммирована и при не активной G95, но не действует и удаляется при выборе G95, т.е. при переключении между G93, G94 и G95 аналогично F удаляется и значение FZ.

Повторный выбор G95

Повторный выбор G95 при уже активной G95 не действует (если при этом не запрограммировано переключения между F и FZ).

Действующая покадрово подача (FB)

Действующая покадрово подача FB... при активной G95 FZ... (модально) интерпретируется как подача на зуб.

Механизм SAVE

В подпрограммах с атрибутом SAVEFZ, аналогично F, записывается на значение перед стартом подпрограммы.

Несколько значений подачи в одном кадре

Функция "Несколько значений подачи в одном кадре" при подаче на зуб невозможна.

Синхронные действия

Подача FZ из синхронных действий невозможна.

Чтение скорости подачи на зуб и типа подачи по траектории

Возможно чтение скорости подачи на зуб и типа подачи по траектории через системные переменные:

- С остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

$AC_FZ	Скорость подачи на зуб, которая действовала при подготовке актуального кадра главного хода.
$AC_F_TYPE	Тип подачи по траектории, который действовал при подготовке актуального кадра главного хода.

Величина:	Значение:
0	мм/мин
1	мм/об
2	дюймов/мин
3	дюймов/об
11	мм/зуб
31	дюймов/зуб

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

$P_FZ	Запрограммированная скорость подачи на зуб
$P_F_TYPE	Запрограммированный тип подачи по траектории

Величина:	Значение:
0	мм/мин
1	мм/об
2	дюймов/мин
3	дюймов/об
11	мм/зуб
31	дюймов/зуб

Примечание

Если `G95` не активна, то переменные $P_FZ и $AC_FZ всегда дают значение ноль.

Геометрические установки

8

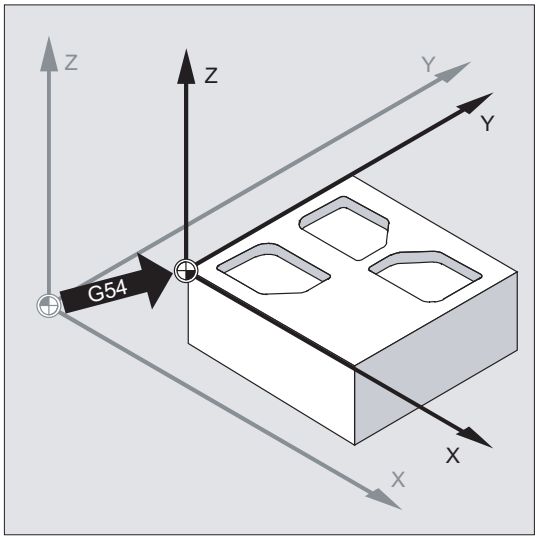
8.1 Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)

Функция

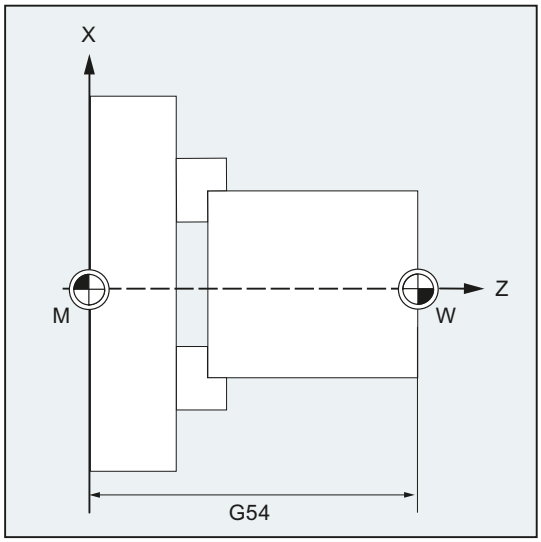
Через устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 до G57 и G505 до G599) во всех осях осуществляется установка нулевой точки детали относительно нулевой точки базовой кинематической системы.

Таким образом, существует возможность надпрограммного вызова нулевых точек через команду G (к примеру, для различных устройств).

Фрезерование:



Токарная обработка:



Примечание

При токарной обработке в G54, к примеру, заносится значение коррекции для дополнительного зажима зажимного приспособления.

Синтаксис

Включить устанавливаемое смещение нулевой точки:

```
G54
...
G57
G505
...
G599
```

Выключить устанавливаемое смещение нулевой точки:

```
G500
G53
G153
SUPA
```

Значение

G54 ... G57 :	Вызов 1-ого до 4-ого устанавливаемого смещения нулевой точки (WO)	
G505 ... G599 :	Вызов 5-ого до 99-ого устанавливаемого WO	
G500:	Отключение актуального устанавливаемого WO	
	G500=нулевой фрейм: (стандартная установка; не содержит смещения, вращения, отражения или масштабирования)	Отключение устанавливаемого WO до следующего вызова, активация общего базового фрейма ($P_ACTBFRAME).
	G500 не равна 0:	Активация первого устанавливаемого смещения нулевой точки ($P_UIFR[0]) и активация общего базового фрейма ($P_ACTBFRAME) или активируется возможно измененный базовый фрейм.
G53:	G53 подавляет покадрово устанавливаемое WO и программируемое WO.	
G153:	G153 действует как G53 и дополнительно подавляет общий базовый фрейм.	
SUPA:	SUPA действует как G153 и дополнительно подавляет: • смещения маховичком (DRF) • наложенные движения • внешнее WO • смещение PRESET	

Литература:
По программируемому смещению нулевой точки см. главу "Трансформации координат (фреймы) [Страница 337]".

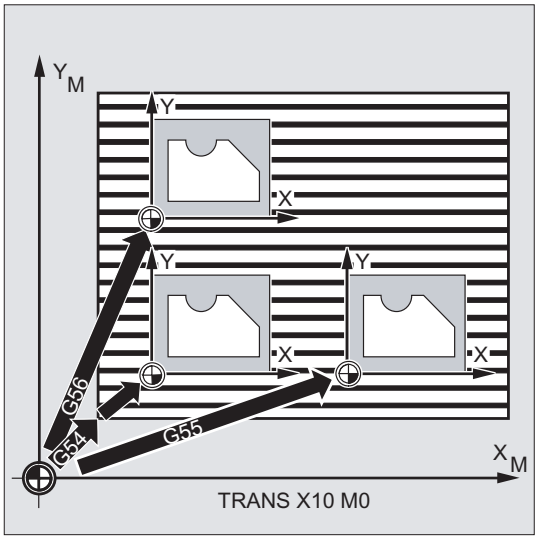
Примечание

Основная установка в начале программы, к примеру, G54 или G500, возможна через машинные данные.

Примечание

У SINUMERIK 828D вызов 5-ого/6-ого устанавливаемого смещения нулевой точки выполняется не с G505 или G506, а с G58 или G59. Поэтому команды G505 и G506 недоступны для SINUMERIK 828D.

Пример



3 детали, расположенные на одной палете согласно значениям смещения нулевой точки `G54` до `G56`, должны быть обработаны последовательно. Последовательность обработки запрограммирована в подпрограмме L47.

Программный код	Комментарий
`N10 G0 G90 X10 Y10 F500 T1`	`; Подвод`
`N20 G54 S1000 M3`	`; Вызов первого WO, шпиндель вправо`
`N30 L47`	`; Выполнение программы как подпрограммы`
`N40 G55 G0 Z200`	`; Вызов второго WO, Z через препятствие`
`N50 L47`	`; Выполнение программы как подпрограммы`
`N60 G56`	`; Вызов третьего WO`
`N70 L47`	`; Выполнение программы как подпрограммы`
`N80 G53 X200 Y300 M30`	`; Подавление смещения нулевой точки, конец программы`

См. также

Осевое смещение нулевой точки (G58, G59) Осевое смещение нулевой точки (G58, G59) [Страница 347]

Дополнительная информация

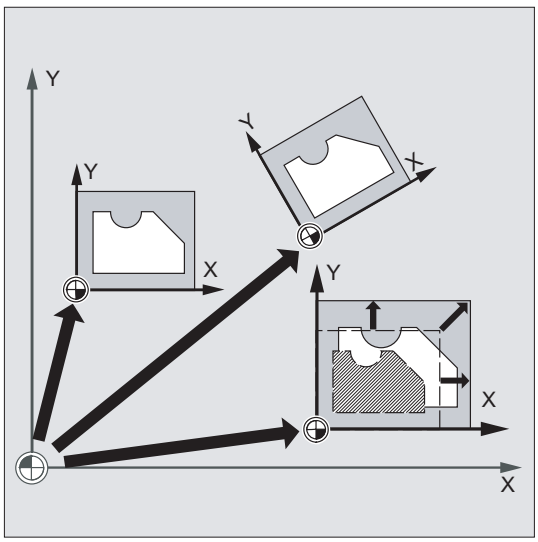
Установка значений смещения

Через панель оператора или универсальный интерфейс во внутреннюю для СЧПУ таблицу смещения нулевой точки заносятся следующие значения:

- координаты для смещения
- угол при затянутом зажиме
- коэффициенты масштабирования (если необходимо)

Смещение нулевой точки G54 до G57

В программе ЧПУ через вызов одной из четырех команд `G54` до `G57` нулевая точка смещается из базовой кинематической системы в систему координат детали.



В следующем кадре ЧПУ с запрограммированным движением все указания позиций и тем самым и движения инструмента относятся к действующей теперь нулевой точке детали.

Примечание

С помощью 4-х доступных смещений нулевой точки можно (к примеру, для многократных обработок) одновременно описывать и вызывать в программе 4 зажима детали.

Другие устанавливаемые смещения нулевой точки: G505 до G599

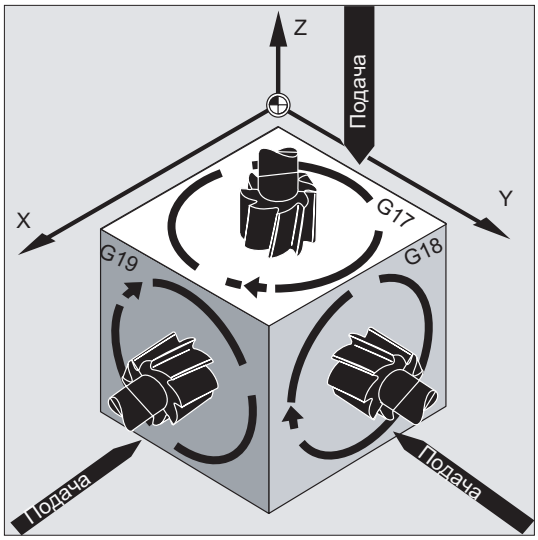
Для других устанавливаемых смещений нулевой точки имеются номера команд `G505` до `G599`. Таким образом, кроме четырех предустановленных смещений нулевой точки `G54` до `G57`, через машинные данные в память нулевых точек может быть помещено всего 100 устанавливаемых смещений нулевой точки.

8.2 Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19)

Функция

Посредством указания рабочей плоскости, в которой должен быть изготовлен желаемый контур, одновременно устанавливаются следующие функции:

- Плоскость для коррекции радиуса инструмента.
- Направление подачи для коррекции длин инструмента в зависимости от типа инструмента.
- Плоскость для круговой интерполяции.



Синтаксис

```
G17
G18
G19
```

Значение

G17:	Рабочая плоскость X/Y Направление подачи Z выбор плоскости 1-ой – 2-ой геометрической оси
G18:	Рабочая плоскость Z/X Направление подачи Y выбор плоскости 3-ей – 1-ой геометрической оси
G19:	Рабочая плоскость Y/Z Направление подачи X выбор плоскости 2-ой – 3-ей геометрической оси

Примечание

В первичной установке для фрезерования предустановленна G17 (плоскость X/Y), а для токарной обработки - G18 (плоскость Z/X).

При вызове коррекции траектории инструмента G41/G42 (см. главу "Коррекции радиуса инструмента [Страница 277]") рабочая плоскость должна быть указана, чтобы СЧПУ могла исправить длину и радиус инструмента.

Пример

"Классический" метод при фрезеровании:

1. Определить рабочую плоскость (`G17` основная установка для фрезерования).
2. Вызвать тип инструмента (`T`) и значения коррекции инструмента (`D`).
3. Включить коррекцию траектории (`G41`).
4. Запрограммировать движения перемещения.

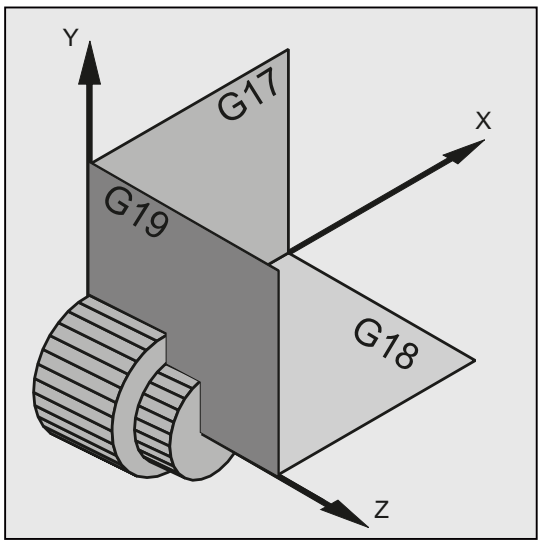
Программный код	Комментарий
`N10 G17 T5 D8`	`; Вызов рабочей плоскости X/Y, вызов инструмента. Коррекция длин осуществляется в направлении Z.`
`N20 G1 G41 X10 Y30 Z-5 F500`	`; Коррекция радиуса осуществляется в плоскости X/Y.`
`N30 G2 X22.5 Y40 I50 J40`	`; Круговая интерполяция/коррекция радиуса инструмента в плоскости X/Y.`

Дополнительная информация

Общая информация

Рекомендуется установить рабочую плоскость G17 до G19 уже в начале программы. В первичной установке для токарной обработки G18 предустановленна плоскость Z/X.

Токарная обработка:



СЧПУ для вычисления направление вращения необходимо указание рабочей плоскости (см. круговую интерполяцию G2/G3).

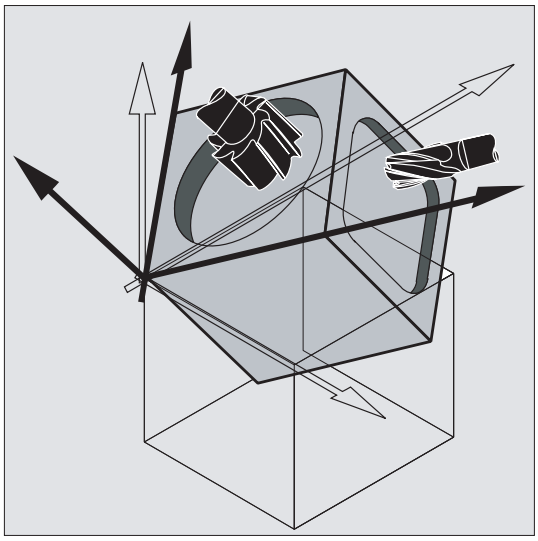
Обработка в наклонных плоскостях

Посредством вращения системы координат с помощью `ROT` (см. главу "Смещение системы координат") оси координат накладываются на наклонную поверхность. Рабочие плоскости также соответственно поворачиваются.

Коррекция длин инструмента в наклонных плоскостях

Коррекция длин инструмента всегда вычисляется относительно зафиксированной в пространстве, не повернутой рабочей плоскости.

Фрезерование:



Примечание

С помощью функций для "Коррекции длин инструмента для ориентируемых инструментов" можно вычислить компоненты длин инструмента в соответствии с повернутыми рабочими плоскостями.

Выбор плоскости коррекции осуществляется с помощью CUT2D, CUT2DF. Подробности по этой теме, а также по этой возможности вычисления, см. главу "Коррекции радиуса инструмента [Страница 277]".

Для пространственного определения рабочей плоскости СЧПУ предлагает очень удобные возможности для трансформаций координат. Подробности см. главу "Трансформации координат (фреймы) [Страница 337]".

8.3 Указание размеров

Основой большинства программ ЧПУ является чертеж детали с правильным указанием размеров.

Размеры могут быть указаны:

- как абсолютный или составной размер
- в миллиметрах или дюймах
- в радиусе или диаметре (для токарной обработки)

Для прямой передачи данных из габаритного чертежа (без пересчета) в программу ЧПУ, пользователю для различных возможностей по указанию размеров доступны специфические команды программирования.

8.3.1 Указание абсолютного размера (G90, AC)

Функция

При указании абсолютных размеров данные позиций всегда относятся к нулевой точке актуальной действующей системы координат, т.е. программируется абсолютная позиция, к которой должен двигаться инструмент.

Действующее модально указание абсолютного размера

Действующее модально указание абсолютного размера активируется с помощью команды `G90`. Оно всегда действует для всех осей, которые программируются в последующих кадрах ЧПУ.

Действующее покадрово указание абсолютного размера

При предустановленном составном размере (`G91`) с помощью команды `AC` для отдельных осей возможно покадровое указание абсолютного размера.

Примечание

Действующее покадрово указание абсолютного размера(`AC`) возможно и для позиционирований шпинделя (`SPOS`, `SPOSA`) и параметров интерполяции (`I`, `J`, `K`).

Синтаксис

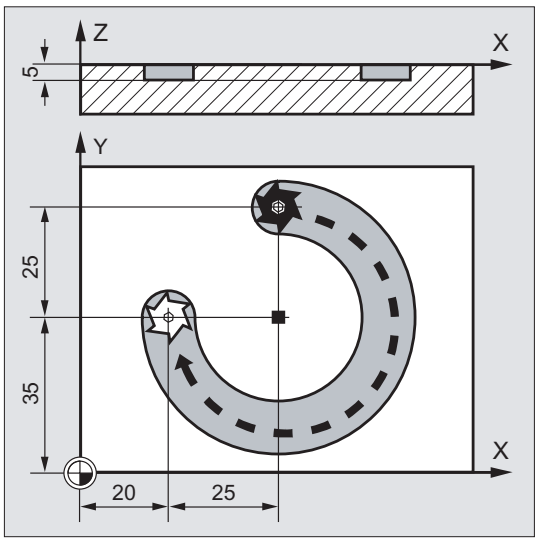
```
G90
<ось>=AC(<значение>)
```

Значение

G90:	Команда для активации действующего модально указания абсолютного размера
AC:	Команда для активации действующего покадрово указания абсолютного размера
<ось>:	Идентификатор перемещаемой оси
<значение>:	Заданная позиция перемещаемой оси в абсолютном размере

Примеры

Пример 1: Фрезерование

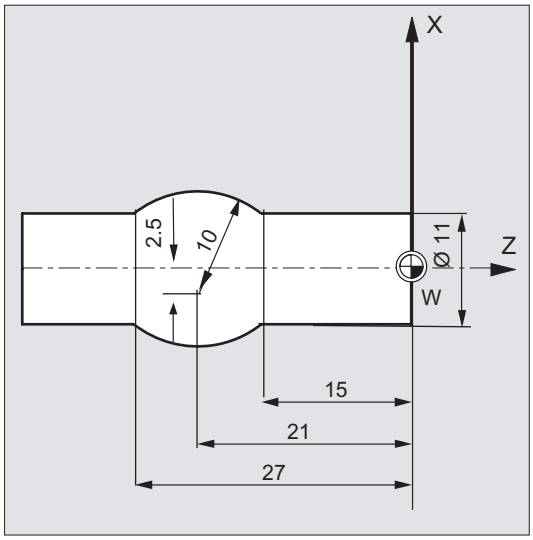


Программный код	Комментарий
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XYZ, выбор инструмента, шпиндель включен с правым направлением вращения
N20 G1 Z-5 F500	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)	; Круговая интерполяция по часовой стрелке, конечная точка и центр окружности в абсолютном размере.
N40 G0 Z2	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N5 T1 D1 S2000 M3	; Установка инструмента T1, шпиндель включен с правым направлением вращения.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G3 X11 Z-27 I=AC(-5) K=AC(-21)	; Круговая интерполяция против часовой стрелки, конечная точка и центр окружности в абсолютном размере.
N40 G1 Z-40	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

См. также

Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) [Страница 174]

8.3.2 Указание составного размера (G91, IC)

Функция

При указании составного размера данные позиции относятся к последней точке, к которой был осуществлен подвод, т.е. программирование в составном размере описывает, на сколько должен быть перемещен инструмент.

Действующее модально указание составного размера

Действующее модально указание составного размера активируется с помощью команды `G91`. Оно всегда действует для всех осей, которые программируются в последующих кадрах ЧПУ.

Действующее покадрово указание составного размера

При предустановленном абсолютном размере (`G90`) с помощью команды `IC` для отдельных осей может быть установлено покадровое указание составного размера.

Примечание

Действующее покадрово указание составного размера(`IC`) возможно и для позиционирований шпинделя (`SPOS`, `SPOSA`) и параметров интерполяции (`I`, `J`, `K`).

Синтаксис

```
G91
<ось>=IC(<значение>)
```

Значение

`G91`:	Команда для активации действующего модально указания составного размера
`IC`:	Команда для активации действующего покадрово указания составного размера
`<ось>`:	Идентификатор перемещаемой оси
`<значение>`:	Заданная позиция перемещаемой оси в составном размере

Расширение G91

Для определенных приложений, как то, к примеру, "режим касания", требуется пройти в составном размере только запрограммированный путь. Активное смещение нулевой точки или коррекция длин инструмента не проходится.

Такое поведение может быть установлено отдельно для активного смещения нулевой точки и коррекции длин инструмента через следующие установочные данные:

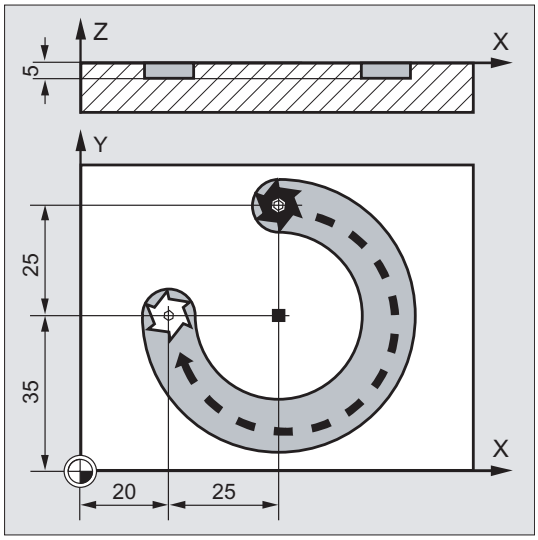
SD42440 $SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG (смещения нулевой точки во фреймах)

SD42442 $SC_TOOL_OFFSET_INCR_PROG (коррекции длин инструмента)

Значение	Значение
0	При инкрементальном программировании (указание составного размера) оси активное смещение нулевой точки или коррекция длин инструмента **не** выводится.
1	При инкрементальном программировании (указание составного размера) оси активное смещение нулевой точки или коррекция длин инструмента выводится.

Примеры

Пример 1: Фрезерование

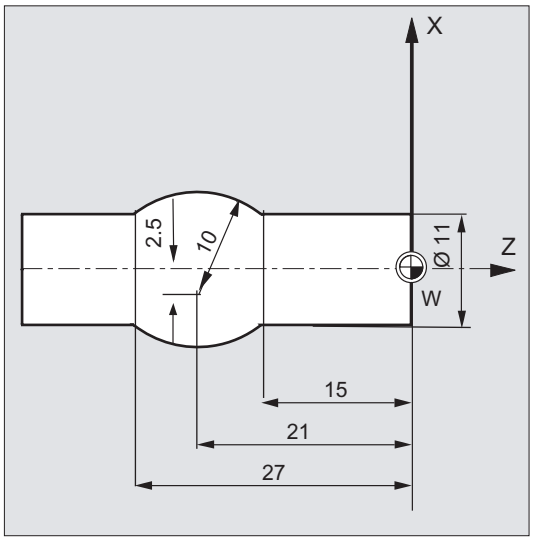


Программный код	Комментарий
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XYZ, выбор инструмента, шпиндель включен с правым направлением вращения
N20 G1 Z-5 F500	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G2 X20 Y35 I0 J-25	; Круговая интерполяция по часовой стрелке, конечная точка окружности в абсолютном размере, центр окружности в составном размере.
N40 G0 Z2	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N5 T1 D1 S2000 M3	; Установка инструмента T1, шпиндель включен с правым направлением вращения.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G3 X11 Z-27 I-8 K-6	; Круговая интерполяция против часовой стрелки, конечная точка окружности в абсолютном размере, центр окружности в составном размере.
N40 G1 Z-40	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

Пример 3: Указание составного размера без вывода активного смещения нулевой точки

Установки:

- G54 содержит смещение в X на 25
- SD42440 $SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG = 0

Программный код	Комментарий
N10 G90 G0 G54 X100	
N20 G1 G91 X10	; Указание составного размера активно, движение в X на 10мм (смещение нулевой точки не проходится).
N30 G90 X50	; Указание абсолютного размера активно, движение на позицию X75 (смещение нулевой точки проходится).

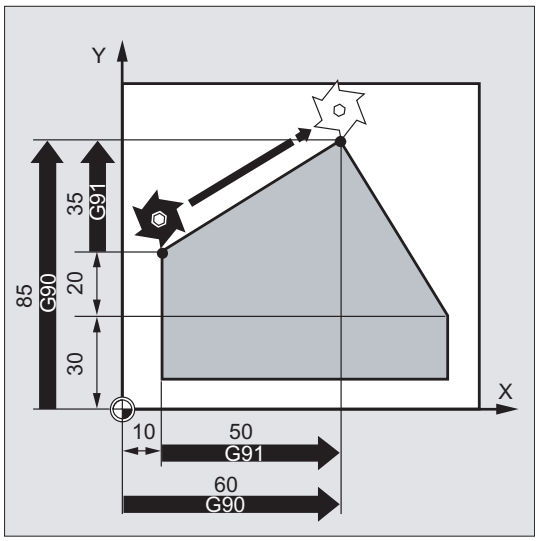
См. также

Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) [Страница 174]

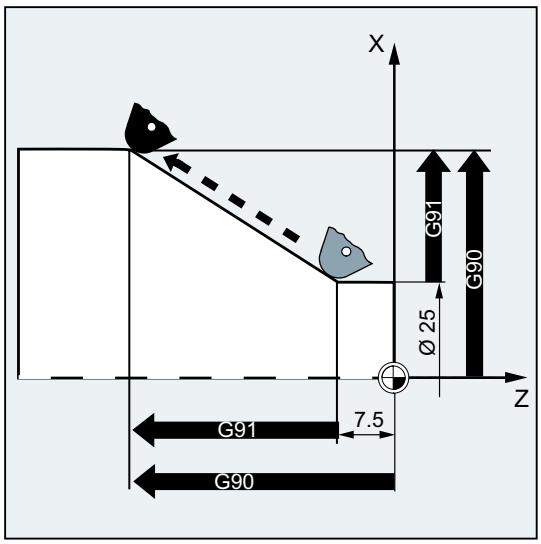
8.3.3 Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91)

Оба рисунка ниже поясняют программирование с указанием абсолютного размера (G90) или указанием составного размера (G91) на примере токарной и фрезерной технологии.

Фрезерование:



Токарная обработка:



Примечание

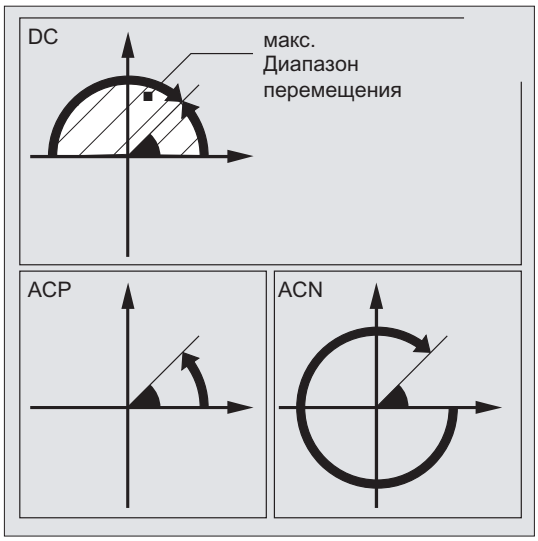
На обычных токарных станках принято рассматривать инкрементальные кадры перемещения в поперечной оси как значения радиуса, в то время, как данные диаметра действуют для исходных размеров. Такая перестройка для G90 осуществляется с помощью команд DIAMON, DIAMOF или DIAM90.

8.3.4 Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN)

Функция

Для позиционирования круговых осей в абсолютном размере имеются действующие покадрово и независимые от G90/G91 команды DC, ACP и ACN.

DC, ACP и ACN отличаются друг от друга в базовой стратегии подвода:



Синтаксис

```
<круговая ось>=DC(<значение>)
<круговая ось>=ACP(<значение>)
<круговая ось>=ACN(<значение>)
```

Значение

<круговая ось>:	Идентификатор круговой оси, которая должна быть перемещена (к примеру, A, B или C)
DC:	Команда для **прямого** подвода к позиции Круговая ось движется к запрограммированной позиции по прямому, кратчайшему пути. Круговая ось перемещается в макс. диапазоне в 180°.
ACP:	Команда для подвода к позиции в **положительном** направлении Круговая ось движется к запрограммированной позиции в положительном направлении вращения оси (против часовой стрелки).
ACN:	Команда для подвода к позиции в **отрицательном** направлении Круговая ось движется к запрограммированной позиции в отрицательном направлении вращения оси (по часовой стрелке).
<значение>:	Позиция подвода круговой оси в абсолютном размере Диапазон значений: 0 - 360 градусов

Примечание

Положительное направление вращения (по часовой или против часовой стрелки) устанавливается в машинных данных.

Примечание

Для позиционирования с указанием направления (`ACP`, `ACN`) в машинных данных должен быть установлен диапазон перемещения между 0° и 360° (характеристика модуло). Для перемещения круговых осей модуло в одном кадре более чем на 360°, надо запрограммировать `G91` или `IC`.

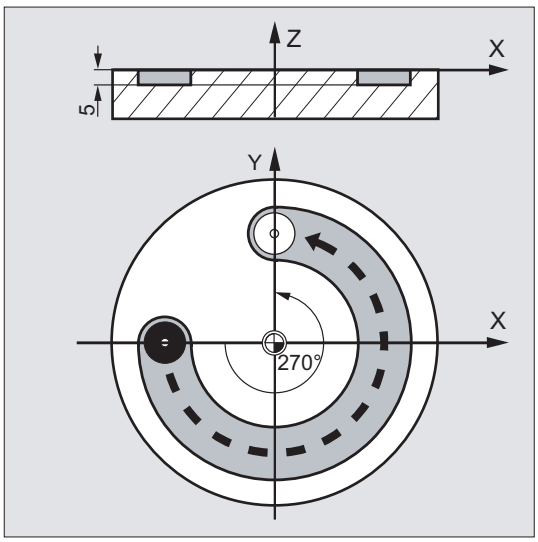
Примечание

Команды `DC`, `ACP` и `ACN` могут использоваться и для позиционирования шпинделя (`SPOS`, `SPOSA`) из состояния покоя.

Пример: `SPOS=DC(45)`

Пример

Фрезерная обработка на круглом столе



Инструмент неподвижен, стол поворачивается на 270° **по часовой стрелке**. При этом получается кольцевая канавка.

Программный код	Комментарий
`N10 SPOS=0`	`; Шпиндель в ориентации.`
`N20 G90 G0 X-20 Y0 Z2 T1`	`; Указание абсолютного размера, подача инструмента T1 ускоренным ходом.`
`N30 G1 Z-5 F500`	`; Движение инструмента вниз с подачей.`
`N40 C=ACP(270)`	`; Стол поворачивается на 270 градусов по часовой стрелке (положительно), инструмент фрезерует кольцевую канавку.`
`N50 G0 Z2 M30`	`; Отвод, конец программы.`

Литература

Описание функций "Расширенные функции"; Круговые оси (R2)

8.3.5 Дюймовое или метрическое указание размеров (G70/G700, G71/G710)

Функция

С помощью следующих функций G можно переключаться между метрической и дюймовой системой единиц.

Синтаксис

G70 / G71

G700 / G710

Значение

G70: Включение дюймовой системы единиц

Содержащие длины геометрические данные считываются и записываются в дюймовой системе единиц.

Содержащие длины технологические данные, к примеру, подачи, коррекции инструмента или устанавливаемые смещения нулевой точки, а также машинные данные и системные переменные, считываются и записываются в спараметрированной основной системе (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC).

G71: Включение метрической системы единиц

Содержащие длины геометрические данные считываются и записываются в метрической системе единиц.

Содержащие длины технологические данные, к примеру, подачи, коррекции инструмента или устанавливаемые смещения нулевой точки, а также машинные данные и системные переменные, считываются и записываются в спараметрированной основной системе (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC).

G700: Включение дюймовой системы единиц

Все содержащие длины геометрические и технологические данные (см. выше) считываются и записываются в дюймовой системе единиц.

G710: Включение метрической системы единиц

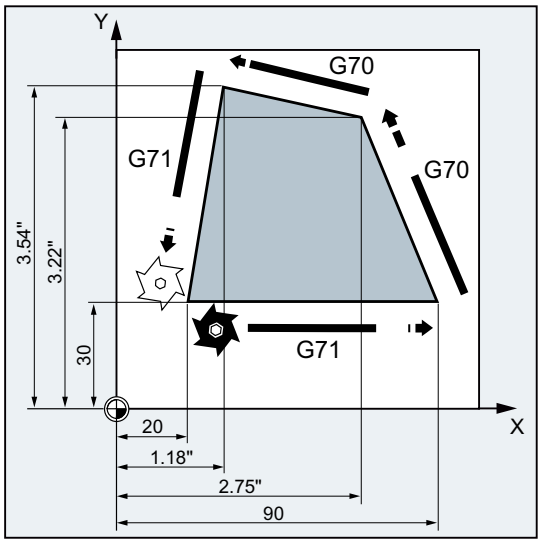
Все содержащие длины геометрические и технологические данные (см. выше) считываются и записываются в метрической системе единиц.

Пример

Переключение между дюймовым и метрическим указанием размеров

Спараметрированная основная система метрическая:

MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC = TRUE



Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 X20 Y30 Z2 S2000 M3 T1	; X=20 мм, Y=30 мм, Z=2 мм, F=ускоренный ход мм/мин
N20 G1 Z-5 F500	; Z=-5 мм, F=500 мм/мин
N30 X90	; X=90 мм
N40 G70 X2.75 Y3.22	; прог. система единиц: дюймовая X=2.75 дюйма, Y=3.22 дюйма, F=500 мм/мин
N50 X1.18 Y3.54	; X=1.18 дюйма, Y=3.54 дюйма, F=500 мм/мин
N60 G71 X20 Y30	; прог. система единиц: метрическая X=20 мм, Y=30 мм, F=500 мм/мин
N70 G0 Z2	; Z=2 мм, F=ускоренный ход мм/мин
N80 M30	; Конец программы

Дополнительная информация

G70/G71

При активной G70/G71 только следующие геометрические данные интерпретируются в соответствующей системе единиц:

- информация о длине перемещения (X, Y, Z, …)
- программирование окружности:
  - координаты промежуточных точек (I1, J1, K1)
  - параметры интерполяции (I, J, K)
  - радиус окружности (CR)
- шаг резьбы (G34, G35)
- программируемое смещение нулевой точки (TRANS)
- полярный радиус (RP)

Синхронные действия

Если в синхронных действиях (условная часть и/или операционная часть) явная система единиц не программируется (G70/G71/G700/G710), то в синхронном действии (условная часть и/или операционная часть) действует активная на момент исполнения в канале система единиц.

ЗАМЕТКА
Чтение данных позиций в синхронных действия Без явного программирования системы единиц в синхронном действии (условная часть и/или операционная часть или технологическая функция), **содержащие длины данные позиций** всегда считываются в синхронном действии в **спараметрированной основной системе** .

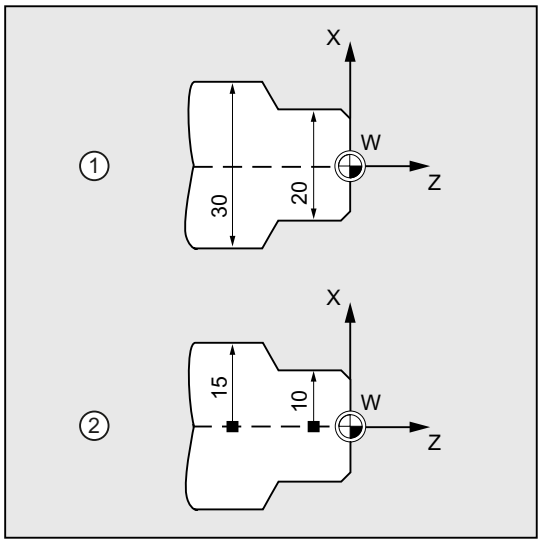
Литература

- Описание функций "Основные функции"; Скорости, система заданного/фактического значения, регулирование (G2), глава "Метрическая/дюймовая система единиц"
- Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава "Синхронные действия движения"
- Описание функций "Синхронные действия"

8.3.6 Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF)

Функция

При токарной обработке размеры **для поперечной оси** могут быть указаны в диаметре (①) или в радиусе (①):



Для того, чтобы можно было передать эти указания размеров напрямую без пересчета из технического чертежа в программу ЧПУ, через действующие модально команды `DIAMON`, `DIAM90`, `DIAMOF` и `DIAMCYCOF` включается спец. для канала программирование диаметра или радиуса.

Примечание

Спец. для канала программирование диаметра/радиуса относится к определенной через MD20100 $MC_DIAMETER_AX_DEF а качестве поперечной оси гео-оси (→ см. Указания изготовителя станка!).

Через MD20100 на канал может быть определена только одна поперечная ось.

Синтаксис

```
DIAMON
DIAM90
DIAMOF
```

Значение

`DIAMON`: Команда для включения **независимого** спец. для канала программирования диаметра

Действие `DIAMON` не зависит от запрограммированного режима указания размеров (указание абсолютных размеров `G90` или указание составных размеров `G91`):

- при G90: Указание размеров в диаметре
- при G91: Указание размеров в диаметре

`DIAM90`: Команда для включения **зависимого** спец. для канала программирования диаметра

Действие `DIAM90` зависит от запрограммированного режима указания размеров:

- при G90: Указание размеров в диаметре
- при G91: Указание размеров в радиусе

`DIAMOF`: Команда для выключения спец. для канала программирования диаметра

При отключении программирования диаметра начинает действовать спец. для канала программирование радиуса. Действие `DIAMOF` не зависит от запрограммированного режима указания размеров:

- при G90: Указание размеров в радиусе
- при G91: Указание размеров в радиусе

`DIAMCYCOF`: Команда для выключения спец. для канала программирования диаметра при обработке цикла

Тем самым расчеты в цикле всегда могут выполняться в радиусе. Для индикации позиции и базовой индикации кадра остается активной последняя активная функция G этой группы.

Примечание

При `DIAMON` или `DIAM90` фактические значения поперечной оси всегда индицируются как диаметр. Это же относится и к считыванию фактических значений в системе координат детали при `MEAS`, `MEAW`, `$P_EP[x]` и `$AA_IW[x]`.

Пример

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Z0	; Подвод к стартовой точке.
N20 DIAMOF	; Программирование диаметра выкл.
N30 G1 X30 S2000 M03 F0.7	; Ось X = поперечная ось, программирование радиуса активно, движение на позицию радиуса X30.
N40 DIAMON	; Для поперечной оси активно программирование диаметра.
N50 G1 X70 Z-20	; Перемещение на позицию диаметра X70 и Z-20.
N60 Z-30	
N70 DIAM90	; Программирование диаметра для исходного размера и программирование радиуса для составного размера.
N80 G91 X10 Z-20	; Составной размер активен.
N90 G90 X10	; Исходный размер активен.
N100 M30	; Конец программы

Дополнительная информация

Значения диаметра (DIAMON/DIAM90)

Значения диаметра действуют для следующих данных:

- индикация фактического значения поперечной оси в системе координат детали
- Режим JOG: инкременты для размера шага и перемещения маховичком
- Программирование конечных позиций:

  параметры интерполяции I, J, K при G2/G3, если они запрограммированы с AC абсолютно.

  При инкрементальном программировании (IC) von I, J, K всегда учитывается радиус.
- Чтение фактических значений в системе координат детали при:

  MEAS, MEAW, $P_EP[X], $AA_IW[X]

8.3.7 Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC)

Функция

В дополнение к спец. для канала программированию диаметра спец. для оси программирование диаметра обеспечивает для одной или нескольких осей действующее модально или покадрово указание размеров с индикацию в диаметре.

Примечание

Спец. для оси программирование диаметра возможно только для осей, допущенных через MD30460 $MA_BASE_FUNCTION_MASK в качестве дополнительных поперечных осей для спец. для оси программирования диаметра (→ см. Указания изготовителя станка!).

Синтаксис

Действующее модально спец. для оси программирование диаметра для нескольких поперечных осей в канале:

```
DIAMONA[<ось>]
DIAM90A[<ось>]
DIAMOFA[<ось>]
DIACYCOFA[<ось>]
```

Применение спец. для канала программирования диаметра/радиуса:

```
DIAMCHANA[<ось>]
DIAMCHAN
```

Действующее покадрово спец. для оси программирования диаметра/радиуса:

```
<ось>=DAC(<значение>)
<ось>=DIC(<значение>)
<ось>=RAC(<значение>)
<ось>=RIC(<значение>)
```

Значение

Действующее модально спец. для оси программирование диаметра

`DIAMONA`: Команда для включения **независимого** спец. для оси программирования диаметра

Действие `DIAMONA` не зависит от запрограммированного режима указания размера (`G90`/`G91` или `AC`/`IC`):

- при G90, AC: Указание размеров в диаметре
- при G91, IC: Указание размеров в диаметре

`DIAM90A`: Команда для включения **зависимого** спец. для оси программирования диаметра

Действие `DIAM90A` зависит от запрограммированного режима указания размеров:

- при G90, AC: Указание размеров в диаметре
- при G91, IC: Указание размеров в радиусе

`DIAMOFA`: Команда для выключения спец. для оси программирования диаметра

При отключении программирования диаметра начинает действовать спец. для оси программирование радиуса. Действие `DIAMOFA` не зависит от запрограммированного режима указания размеров:

- при G90, AC: Указание размеров в радиусе
- при G91, IC: Указание размеров в радиусе

`DIACYCOFA`: Команда для выключения спец. для оси программирования диаметра при обработке цикла

Тем самым расчеты в цикле всегда могут выполняться в радиусе. Для индикации позиции и базовой индикации кадра остается активной последняя активная функция G этой группы.

`<ось>`: Идентификатор оси, для которой должно быть активировано спец. для оси программирование диаметра

Разрешенными осевыми идентификаторами являются:

- Имя гео-оси/оси канала

  или

- Имя оси станка

Диапазон значений: Указанной осью должна быть известная в канале ось.

Прочие условия:

- Ось через MD30460 $MA_BASE_FUNCTION_MASK должна быть допущена для спец. для оси программирование диаметра.
- Круговые оси не разрешаются в качестве поперечных осей.

Применение спец. для канала программирования диаметра/радиуса

DIAMCHANA: С помощью команды DIAMCHANA[<ось>] **указанная ось** принимает состояние канала программирования диаметра/радиуса и после подвергается спец. для канала программированию диаметра/радиуса.

DIAMCHAN: С помощью команды DIAMCHANA **все** допущенные для спец. для оси программирование диаметра принимают состояние канала программирования диаметра/радиуса и после подвергаются спец. для канала программированию диаметра/радиуса.

Действующее покадрово спец. для оси программирования диаметра/радиуса

Действующее покадрово спец. для оси программирование диаметра/радиуса определяет тип указания размеров как значение диаметра или радиуса в программе обработки детали и синхронных действиях. Модальное состояние программирования диаметра/радиуса не изменяется.

DAC: С помощью команды DAC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово:
диаметр в абсолютном размере

DIC: С помощью команды DIC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово:
диаметр в составном размере

RAC: С помощью команды RAC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово:
радиус в абсолютном размере

RIC: С помощью команды RIC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово:
радиус в составном размере

Примечание

При DIAMONA[<ось>] или DIAM90A[<ось>] фактические значения поперечной оси всегда индицируются как диаметр. Это же относится и к считыванию фактических значений в системе координат детали при MEAS, MEAW, $P_EP[x] и $AA_IW[x].

Примечание

При переходе дополнительной поперечной оси из-за требования GET с RELEASE[<ось>] состояние программирования диаметра/радиуса берется в другом канале.

Примеры

Пример 1: Действующее модально спец. для оси программирования диаметра/радиуса

X это поперечная ось в канале, для Y разрешено спец. для оси программирование диаметра.

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Z0 DIAMON	; Спец. для канала программирование диаметра активно для X.
N15 DIAMOF	; Спец. для канала программирование диаметра выкл.
N20 DIAMONA[Y]	; Действующее модально спец. для оси программирование диаметра активно для Y.
N25 X200 Y100	; Программирование радиуса активно для X.
N30 DIAMCHANA[Y]	; Y получает состояние спец. для канала программирования диаметра/радиуса и зависит от него
N35 X50 Y100	; Программирование радиуса активно для X и Y.
N40 DIAMON	; Спец. для канала программирование диаметра вкл.
N45 X50 Y100	; Программирование диаметра активно для X и Y.

Пример 2: Действующее покадрово спец. для оси программирования диаметра/радиуса

X это поперечная ось в канале, для Y разрешено спец. для оси программирование диаметра.

Программный код	Комментарий
N10 DIAMON	; Спец. для канала программирование диаметра вкл.
N15 G0 G90 X20 Y40 DIAMONA[Y]	; Действующее модально спец. для оси программирование диаметра активно для Y.
N20 G01 X=RIC(5)	; Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в составном размере.
N25 X=RAC(80)	; Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в абсолютном размере.
N30 WHEN $SAA_IM[Y]>50 DO POS[X]=RIC(1)	; X это командная ось. Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в составном размере.
N40 WHEN $SAA_IM[Y]>60 DO POS[X]=DAC(10)	; X это командная ось. Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в абсолютном размере.
N50 G4 F3	

Дополнительная информация

Значения диаметра (DIAMON/DIAM90A)

Значения диаметра действуют для следующих данных:

- индикация фактического значения поперечной оси в системе координат детали
- Режим JOG: инкременты для размера шага и перемещения маховичком
- Программирование конечных позиций:

  параметры интерполяции `I`, `J`, `K` при `G2`/`G3`, если они запрограммированы с `AC` абсолютно.

  При инкрементальном программировании (`IC`) из `I`, `J`, `K` всегда учитывается радиус.
- Чтение фактических значений в системе координат детали при:

  `MEAS`, `MEAW`, `$P_EP[X]`, `$AA_IW[X]`

Действующее покадрово спец. для оси программирование диаметра (DAC, DIC, RAC, RIC)

Операторы `DAC`, `DIC`, `RAC`, `RIC` разрешены для всех команд, для которых учитывается спец. для канала программирование диаметра:

- Позиция оси: `X...`, `POS`, `POSA`
- Качание: `OSP1`, `OSP2`, `OSS`, `OSE`, `POSP`
- Параметры интерполяции: `I`, `J`, `K`
- Линия контура: Прямая с указанием угла
- Быстрый отвод: `POLF[AX]`
- Перемещение в направлении инструмента: `MOVT`
- Мягкий подвод и отвод:

  `G140` до `G143`, `G147`, G148, `G247`, `G248`, `G347`, `G348`, `G340`, `G341`

8.4 Положение детали при токарной обработке

Обозначения осей

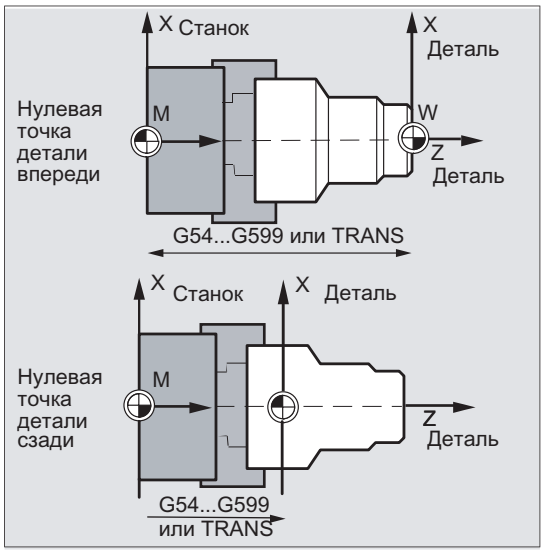
Обе расположенные вертикально друг на друге геометрические оси обычно обозначаются как:

Продольная ось	= ось Z (абсцисса)
Поперечная ось	= ось X (ордината)

Нулевая точка детали

В то время как нулевая точка станка задана фиксировано, то положение нулевой точки детали может свободно выбираться на продольной оси. Обычно нулевая точка детали находится на передней или задней стороне детали.

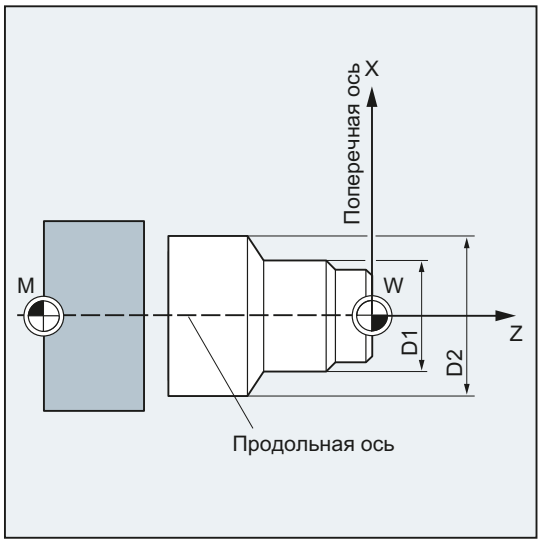
Нулевая точка как станка, так и детали, находятся на центре вращения. Таким образом, устанавливаемое смещение по оси X получается равным нулю.



M	Нулевая точка станка
W	Нулевая точка детали
`Z`	Продольная ось
`X`	Поперечная ось
`G54` до `G599` или `TRANS`	Вызов для положения нулевой точки детали

Поперечная ось

Для поперечной оси указание размеров обычно осуществляется как указание диаметра (двойной размер хода по сравнению с другими осями):



Какая из геометрических осей служит поперечной осью, должно быть установлено в машинных данных (→ изготовитель станка!).

Команды перемещения 9

9.1 Общая информация по командам перемещения

Элементы контура

Запрограммированный контур детали может состоять из следующих элементов контура:

- прямые
- дуги окружности
- винтовые линии (через наложение прямых и дуг окружностей)

Команды движения

Для изготовления этих элементов контура имеются различные команды движения:

- Движение ускоренным ходом (`G0`)
- Линейная интерполяция (`G1`)
- Круговая интерполяция по часовой стрелке (`G2`)
- Круговая интерполяция против часовой стрелки (`G3`)

Команды движения действуют модально.

Заданные конечные положения

Кадр движения содержит заданные конечные положения для перемещаемых осей (траекторные оси, синхронные оси, позиционирующие оси).

Программирование заданных конечных положений может осуществляться в декартовых или в полярных координатах.

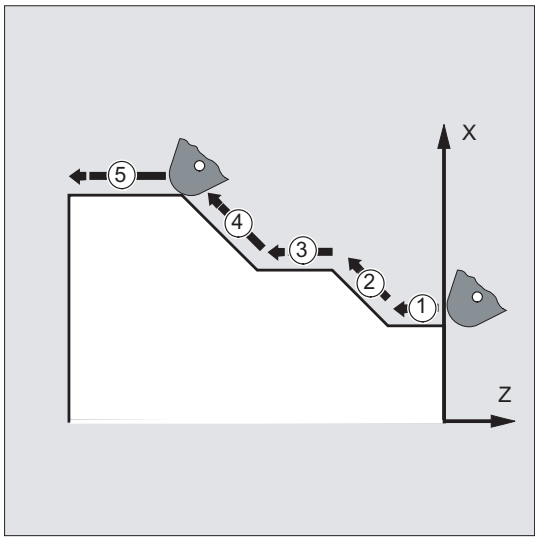
ВНИМАНИЕ
Один адрес оси может быть запрограммирован в кадре только один раз.

Точка старта – заданная точка

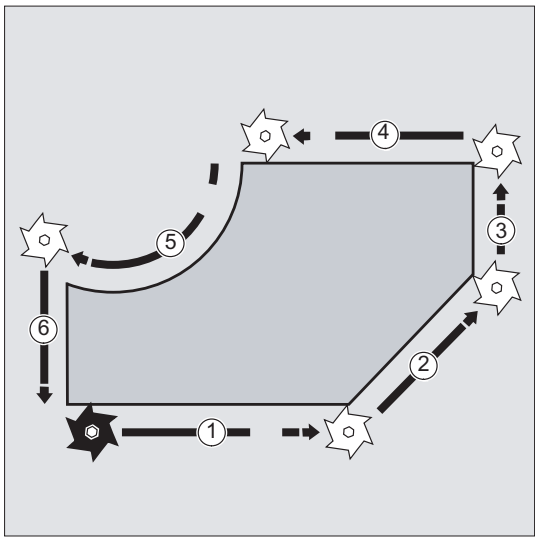
Движения перемещения всегда осуществляются от последней позиции, к которой был осуществлен переход, к запрограммированному заданному конечному положению. Это заданное конечное положение, в свою очередь, является стартовой позицией для следующей команды перемещения.

Контур детали

Выполненные последовательно друг за другом элементы контура создают контур детали:



Изображение 9-1 Кадры движения при токарной обработке



Изображение 9-2 Кадры движения при фрезерной обработке

ЗАМЕТКА
Перед началом процесса обработки необходимо выбрать такую начальную позицию инструмента, которая исключает повреждение инструмента и детали.

9.2 Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...)

Функция

Подвод в кадре ЧПУ к указанной в декартовых координатах позиций возможен с ускоренным ходом `G0`, линейной интерполяцией `G1` или круговой интерполяцией `G2` /`G3`.

Синтаксис

```
G0 X... Y... Z...
G1 X... Y... Z...
G2 X... Y... Z... ...
G3 X... Y... Z... ...
```

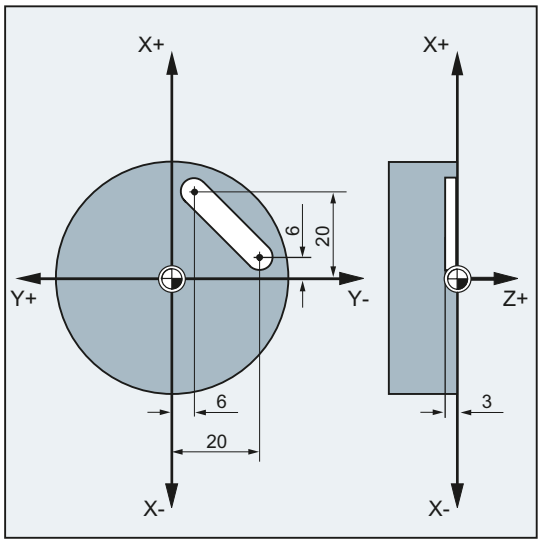
Значение

`G0`:	Команда для включения движения ускоренным ходом
`G1`:	Команда для включения линейной интерполяции
`G2`:	Команда для включения круговой интерполяции по часовой стрелке
`G3`:	Команда для включения круговой интерполяции против часовой стрелки
`X...`:	Декартова координата заданного конечного положения в направлении X
`Y...`:	Декартова координата заданного конечного положения в направлении Y
`Z...`:	Декартова координата заданного конечного положения в направлении Z

Примечание

Для круговой интерполяции `G2` / `G3` кроме координат заданного конечного положения `X...`, `Y...`, `Z...` необходимы и дополнительные данные (к примеру, координаты центра окружности; см. " Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...) [Страница 209] ").

Пример



Программный код	Комментарий
N10 G17 S400 M3	; Выбор рабочей плоскости, шпиндель вправо
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Подвод к указанной в декартовых координатах стартовой позиции ускоренным ходом
N30 G1 Z-3 F40	; Включение линейной интерполяции, подача инструмента
N40 X12 Y-20	; Движение по наклонной прямой к указанной в декартовых координатах конечной позиции
N50 G0 Z100 M30	; Свободный ход для смены инструмента ускоренным ходом

9.3 Команды движения с полярными координатами

9.3.1 Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112)

Функция

Исходная точка измерения называется "Полюс".

Указание полюса может осуществляться в декартовых или полярных координатах.

С помощью команд `G110` до `G112` исходная точка для полярных координат определяется однозначно. Поэтому на это не влияет ввод данных в абсолютном или составном размере.

Синтаксис

```
G110/G111/G112 X… Y… Z…
G110/G111/G112 AP=… RP=…
```

Значение

`G110 ...`: С помощью команды `G110` последующие полярные координаты относятся **к последней позиции, к которой был осуществлен подвод**.

`G111 ...`: С помощью команды `G111` последующие полярные координаты относятся **к нулевой точке актуальной системы координат детали**.

`G112 ...`: С помощью команды `G112` последующие полярные координаты относятся **к последнему действительному полюсу**.

Указание:
Команды `G110`...`G112` должны программироваться в собственном кадре ЧПУ.

`X… Y… Z…`: Указание полюса в декартовых координатах

`AP=… RP=…`: Указание полюса в полярных координатах

`AP=…`: Полярный угол

Угол между полярным радиусом и горизонтальной осью рабочей плоскости (к примеру, ось X при `G17`).

Положительное направление вращения осуществляется против часовой стрелки.

Диапазон значений: ± 0…360°

`RP=…`: Полярный радиус

Данные указываются **всегда в абсолютных положительных значениях** в [мм] или [дюймах].

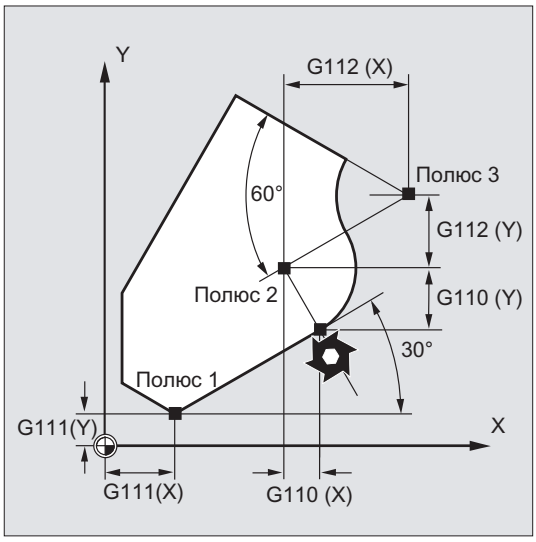
Примечание

В программе ЧПУ можно осуществлять покадровое переключение полярных и декартовых указаний размеров. Через использование декартовых идентификаторов координат (X..., Y..., Z...) происходит прямой возврат в декартову систему. Определенный полюс сохраняется до конца программы.

Примечание

Если полюс не указывается, то действует нулевая точка актуальной системы координат детали.

Пример



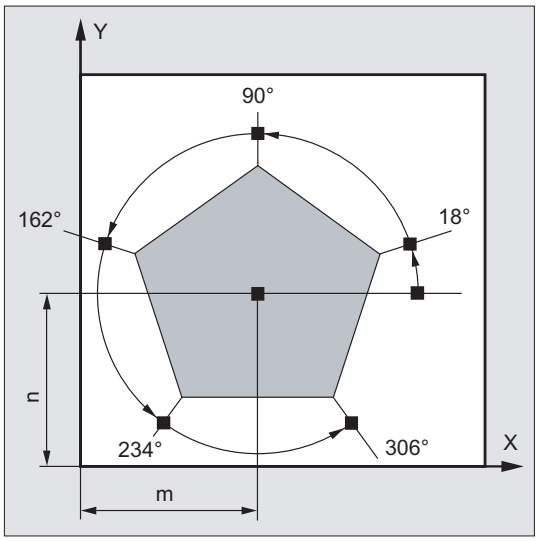
Полюса 1 до 3 определяются следующим образом:

- Полюс 1 с `G111 X… Y…`
- Полюс 2 с `G110 X… Y…`
- Полюс 3 с `G112 X… Y…`

9.3.2 Команды движения с полярными координатами (G0, G1, G2, G3, AP, RP)

Функция

Команды движения с полярными координатами имеют смысл тогда, когда деталь или часть детали измеряется из центральной точки и размеры указаны с углами и радиусами (к примеру, на схемах сверления).



Синтаксис

```
G0/G1/G2/G3 AP=… RP=…
```

Значение

G0:	Команда для включения движения ускоренным ходом
G1:	Команда для включения линейной интерполяции
G2:	Команда для включения круговой интерполяции по часовой стрелке
G3:	Команда для включения круговой интерполяции против часовой стрелки

`AP`: Полярный угол

Угол между полярным радиусом и горизонтальной осью рабочей плоскости (к примеру, ось X при `G17`). Положительное направление вращения осуществляется против часовой стрелки.

Диапазон значений: ± 0…360°

Угол может быть указан как абсолютно, так и инкрементально:

`AP=AC(...)`: Ввод абсолютного размера

`AP=IC(...)`: Ввод составного размера

При вводе составного размера референтной точкой является последний запрограммированный угол.

Полярный угол сохраняется до тех пор, пока не будет определен новый полюс или осуществлена смена рабочей плоскости.

`RP`: Полярный радиус

Данные указываются **всегда в абсолютных положительных значениях** в [мм] или [дюймах].

Полярный радиус сохраняется до ввода нового значения.

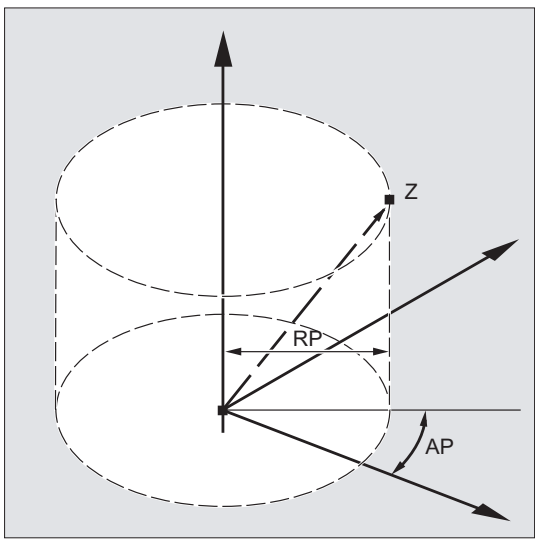
Примечание

Полярные координаты относятся к определенному с `G110` ... `G112` полюсу и действуют в выбранной с `G17` до `G19` рабочей плоскости.

Примечание

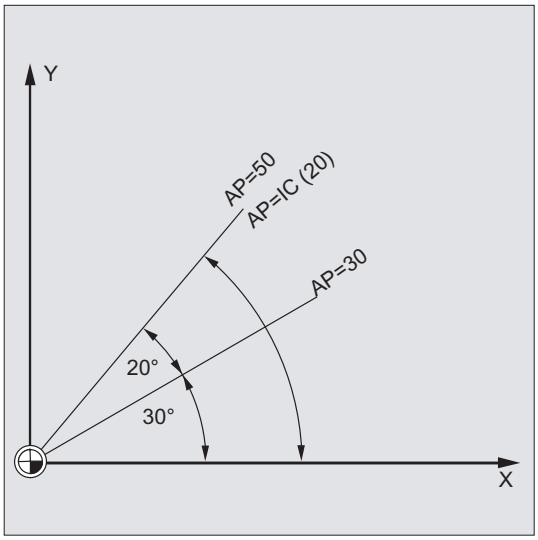
Расположенная вертикально к рабочей плоскости 3-ья геометрическая ось может быть дополнительно указана как декартова координата (см. рисунок ниже). Таким образом, можно программировать пространственные характеристики в цилиндрических координатах.

Пример: `G17 G0 AP… RP… Z…`



Граничные условия

- В кадрах ЧПУ с полярным указанием конечной точки для выбранной рабочей плоскости не могут программироваться декартовы координаты, как то параметры интерполяции, адреса осей и т.п.
- Если с `G110` ... `G112` полюс не определяется, то в качестве полюса автоматически рассматривается нулевая точка актуальной системы координат детали:



- Полярный радиус RP = 0

  Полярный радиус вычисляется из расстояния между вектором стартовой точки в плоскости полюса и активным вектором полюса. После этого вычисленный полярный радиус сохраняется модально.

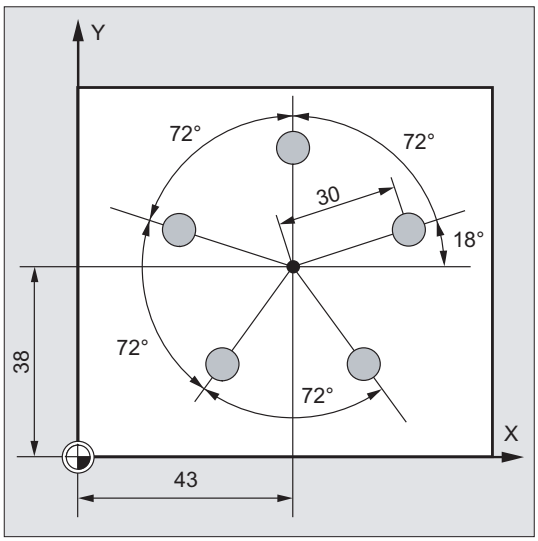
  Это действует независимо от выбранного определения полюса (`G110` ... `G112`). Если обе точки запрограммированы идентично, то этот радиус = 0 и выводится ошибка 14095.

- Запрограммирован только полярный угол AP

  Если в актуальном кадре программируется не полярный радиус RP, а полярный угол AP, то при разнице между актуальной позицией и полюсом в координатах детали эта разница используется как полярный радиус и сохраняется модально. Если разница = 0, то заново задаются полярные координаты и модальный полярный радиус остается на нуле.

Пример

Создание схемы сверления



Позиции отверстий указаны в полярных координатах.

Каждое отверстие изготовляется одним и тем же способом:

предварительное сверление, сверление по размеру, развертывание …

Последовательность обработки зафиксирована в подпрограмме.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали.
N20 G111 X43 Y38	; Определение полюса.
N30 G0 RP=30 AP=18 Z5G0	; Подвод к стартовой точке, данные в цилиндрических координатах.
N40 L10	; Вызов подпрограммы.
N50 G91 AP=72	; Переход к следующей позиции ускоренным ходом, полярный угол в составном размере, полярный радиус из кадра N30 сохраняется и не должен указываться.
N60 L10	; Вызов подпрограммы.
N70 AP=IC(72)	.
N80 L10	…
N90 AP=IC(72)	
N100 L10	…
N110 AP=IC(72)	
N120 L10	…
N130 G0 X300 Y200 Z100 M30	; Свободный ход инструмента, конец программы.
N90 AP=IC(72)	
N100 L10	…

См. также

Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...) Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...) [Страница 209]

9.4 Движение ускоренным ходом (G0, RTLION, RTLIOF)

Функция

Движения ускоренного хода используются:

- для быстрого позиционирования инструмента
- для обхода детали
- для подвода к точкам смены инструмента
- для свободного хода инструмента

С помощью команд программы обработки детали `RTLIOF` активируется не линейная интерполяция, а с помощью `RTLION` – линейная интерполяция.

Примечание

Функция не подходит для обработки детали!

Синтаксис

```
G0 X… Y… Z…
G0 AP=…
G0 RP=…
RTLIOF
RTLION
```

Значение

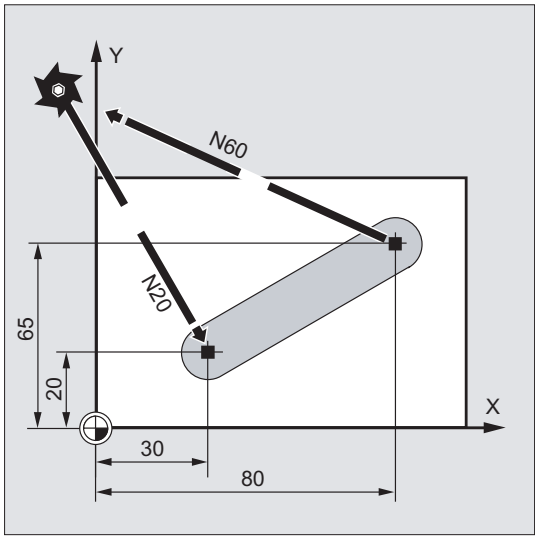
`G0`:	Команда для включения движения ускоренным ходом Активность: модально
`X... Y... Z...`:	Конечная точка в декартовых координатах
`AP=...`:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный угол
`RP=...`:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный радиус
`RTLIOF`:	Не линейная интерполяция (каждая траекторная ось интерполируется как отдельная ось)
`RTLION`:	Линейная интерполяция (траекторные оси интерполируются вместе)

Примечание

`G0` не может быть заменена на G.

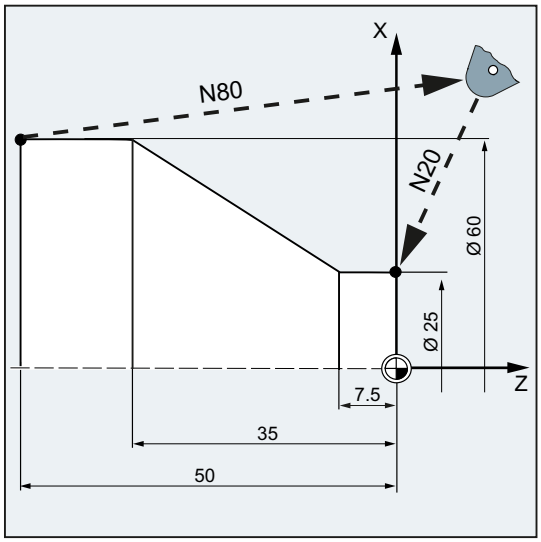
Примеры

Пример 1: Фрезерование



Программный код	Комментарий
N10 G90 S400 M3	; Ввод абсолютного размета, шпиндель вправо
N20 G0 X30 Y20 Z2	; Переход к стартовой позиции
N30 G1 Z-5 F1000G1	; Подача инструмента
N40 X80 Y65	; Движение по прямой
N50 G0 Z2	
N60 G0 X-20 Y100 Z100 M30	; Свободный ход инструмента, конец программы

Пример 2: Токарная обработка

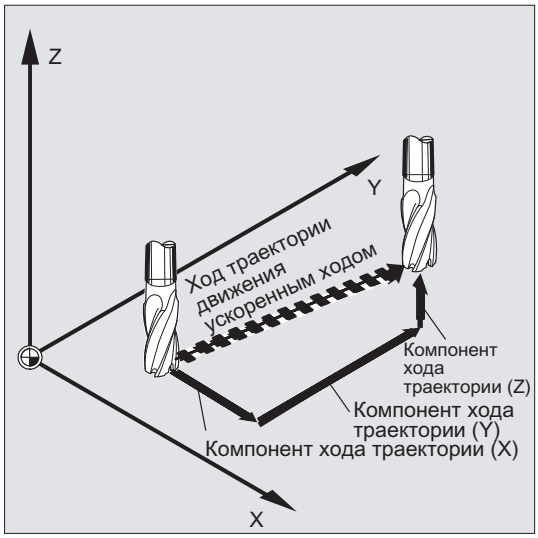


Программный код	Комментарий
N10 G90 S400 M3	; Ввод абсолютного размета, шпиндель вправо
N20 G0 X25 Z5	; Переход к стартовой позиции
N30 G1 G94 Z0 F1000G1	; Подача инструмента
N40 G95 Z-7.5 F0.2	
N50 X60 Z-35	; Движение по прямой
N60 Z-50	
N70 G0 X62	
N80 G0 X80 Z20 M30	; Свободный ход инструмента, конец программы

Дополнительная информация

Скорость ускоренного хода

Запрограммированное с помощью `G0` движение инструмента осуществляется с максимально возможной скоростью перемещения (ускоренный ход). Скорость ускоренного хода установлена в машинных данных отдельно для каждой оси. Если движение ускоренным ходом осуществляется одновременно в нескольких осях, то скорость ускоренного хода определяется осью, которой необходимо наибольшее время для прохождения своего участка траектории.



Траекторные оси перемещаются при G0 как позиционирующие оси

При движениях ускоренным ходом траекторные оси могут перемещаться в двух различных режимах по выбору:

- **Линейная интерполяция** (прежнее поведение):

  Общая интерполяция траекторных осей.

- **Не линейная интерполяция**:

  Каждая траекторная ось интерполируется как отдельная ось (позиционирующая ось) независимо от других осей движения ускоренным ходом.

При не линейной интерполяции в отношении осевого рывка действует установка для соответствующей позиционирующей оси `BRISKA`, `SOFTA`, `DRIVEA`.

ЗАМЕТКА
Так как при не линейной интерполяции движение может осуществляться по другому контуру, то синхронные действия, относящиеся к координатам первичной траектории, не выполняются!

В следующих случаях всегда линейная интерполяция:

- При комбинации G-кода с G0, не допускающей движения позиционирования (к примеру, G40/G41/G42).
- При комбинации G0 с G64
- При активном компрессоре
- При активной трансформации

Пример:

Программный код

```
G0 X0 Y10
G0 G40 X20 Y20
G0 G95 X100 Z100 M3 S100
```

Перемещение осуществляется как POS[X]=0 POS[Y]=10 и в траекторном режиме. Если перемещается POS[X]=100 POS[Z]=100, то нет активной окружной подачи.

Устанавливаемый критерий смены кадра при G0

Для интерполяции отдельной оси новый критерий окончания движения FINEA или COARSEA или IPOENDA для смены кадра может быть установлен уже на рампе торможения.

Последовательные оси при G0 обрабатываются как позиционирующие оси

С помощью комбинации

- "Устанавливаемая на рампе торможения интерполяции отдельной оси смена кадра" и
- "Траекторные оси перемещаются при движении ускоренным ходом G0 как позиционирующие оси"

все оси независимо друг от друга могут двигаться к своей конечной точке. Таким образом, две последовательно запрограммированные оси X и Z при G0 обрабатываются как позиционирующие оси.

Смена кадра после оси Z в зависимости от установленного момента времени рампы торможения (100-0%) может запускаться с оси X. В то время, как ось X еще движется, уже запускается ось Z. Обе оси двигаются независимо друг от друга к своей конечной точке.

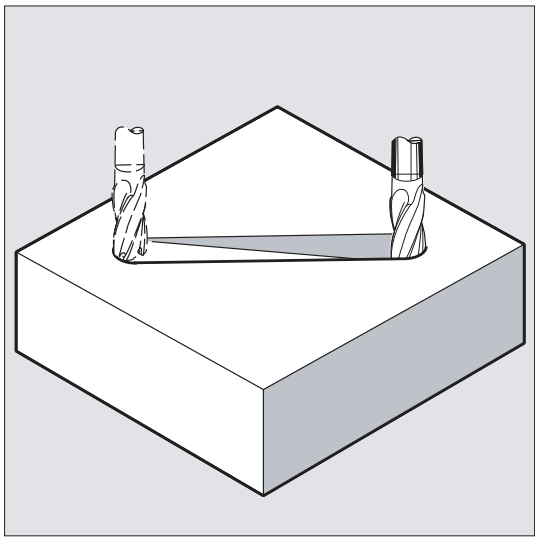
Более подробную информацию см. главу "Регулировка подачи и движение шпинделя ”.

9.5 Линейная интерполяция (G1)

Функция

С помощью `G1` инструмент движется по параллельным осям, наклонным или имеющим любое расположение в пространстве прямым. Линейная интерполяция позволяет создавать поверхности 3D, пазы и много другое.

Фрезерование:



Синтаксис

```
G1 X… Y… Z … F…
G1 AP=… RP=… F…
```

Значение

`G1`:	Линейная интерполяция (линейная интерполяция с подачей)
`X... Y... Z...`:	Конечная точка в декартовых координатах
`AP=...`:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный угол
`RP=...`:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный радиус
`F...`:	Скорость подачи в мм/мин. Инструмент движется с подачей F по прямой от актуальной стартовой точки к запрограммированной заданной точке. Заданная точка вводится в декартовых или полярных координатах. На этой траектории осуществляется обработка детали. Пример: `G1 G94 X100 Y20 Z30 A40 F100` Движение к конечной точке в X, Y, Z осуществляется с подачей 100 мм/мин, круговая ось A перемещается в качестве синхронной оси так, что все четыре движения завершаются в одно время.

Примечание

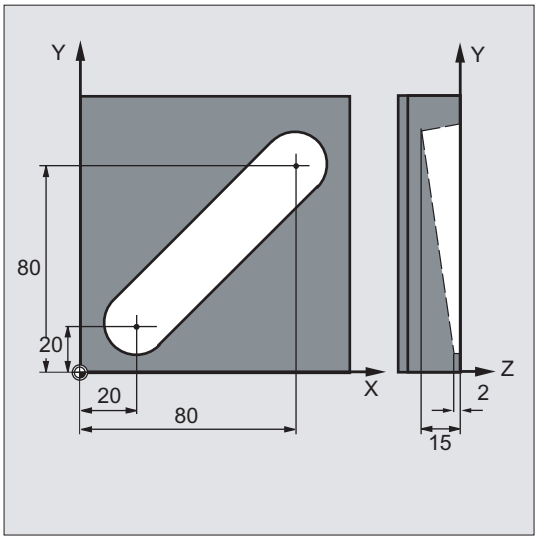
G1 действует модально.

Для обработки необходимо указать число оборотов шпинделя S и направление вращения шпинделя M3/M4.

С помощью FGROUP можно определить группы осей, для которых действует подача по траектории F. Подробности см. главу "Параметры траектории".

Примеры

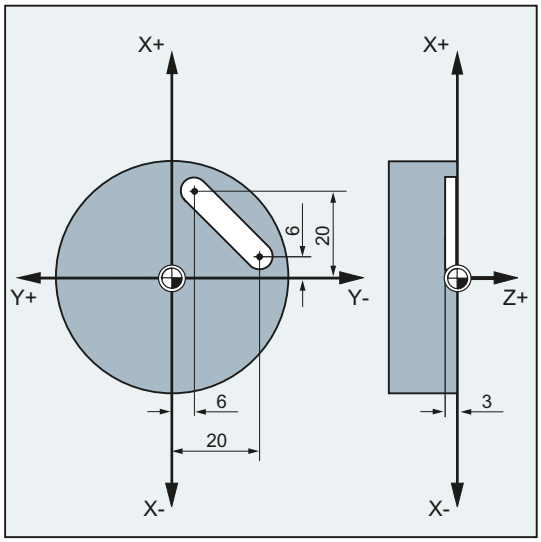
Пример 1: Изготовление паза (фрезерование)



Инструмент движется от стартовой к конечной точке в направлении X/Y. Одновременно происходит подача в направлении Z.

Программный код	Комментарий
N10 G17 S400 M3	; Выбор рабочей плоскости, шпиндель вправо
N20 G0 X20 Y20 Z2	; Переход к стартовой позиции
N30 G1 Z-2 F40	; Подача инструмента
N40 X80 Y80 Z-15	; Движение по наклонной прямой
N50 G0 Z100 M30	; Свободный ход для смены инструмента

Пример 2: Изготовление паза (токарная обработка)



Программный код	Комментарий
N10 G17 S400 M3	; Выбор рабочей плоскости, шпиндель вправо
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Переход к стартовой позиции
N30 G1 Z-3 F40	; Подача инструмента
N40 X12 Y-20	; Движение по наклонной прямой
N50 G0 Z100 M30	; Свободный ход для смены инструмента

9.6 Круговая интерполяция

9.6.1 Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...)

Возможности программирования круговых движений

СЧПУ предлагает ряд различных возможностей для программирования круговых движений. Благодаря этому возможен прямой перенос практически любого вида измерения чертежа. Круговое движение описывается через:

- центр и конечную точку в абсолютном или составном размере (стандарт)
- радиус и конечную точку в декартовых координатах
- апертурный угол и конечную точку в декартовых координатах или центр под адресами
- полярные координаты с полярным углом AP= и полярным радиусом RP=
- промежуточную и конечную точку
- конечную точку и направление касательной в стартовой точке

Синтаксис

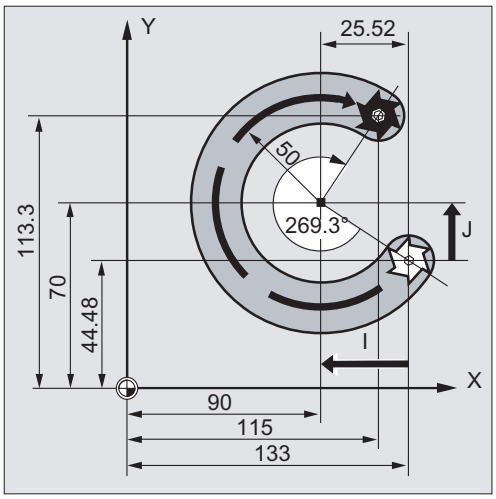
`G2/G3 X… Y… Z…`	
`I=AC(…) J=AC(…) K=AC(…) ;`	Центр и конечная точка абсолютно, относительно нулевой точки детали
`G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… ;`	Центр в составном размере относительно начальной точки окружности
`G2/G3 X… Y… Z… CR=… ;`	Радиус окружности CR= и конечная точка окружности в декартовых координатах X..., Y..., Z...
`G2/G3 X… Y… Z… AR=… ;`	Апертурный угол AR= конечная точка в декартовых координатах X..., Y..., Z...
`G2/G3 I… J… K… AR=… ;`	Апертурный угол AR= центр под адресами I..., J..., K...
`G2/G3 AP=… RP=… ;`	Полярные координаты, полярный угол AP= и полярный радиус RP=
`CIP X… Y… Z… I1=AC(…) J1=AC(…) K1=(AC…) ;`	Промежуточная точка по адресам I1=, J1=, K1=
`CT X… Y… Z… ;`	Окружность через стартовую и конечную точку и направление касательной в стартовой точке

Значение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки
CIP:	Круговая интерполяция через промежуточную точку
CT:	Окружность с тангенциальным переходом определяет круг
X Y Z:	Конечная точка в декартовых координатах
I J K:	Центр окружности в декартовых координатах в направлении X, Y, Z
CR=:	Радиус окружности
AR=:	Апертурный угол
AP=:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный угол
RP=:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный радиус соответствует радиусу окружности
I1= J1= K1=:	Промежуточная точка в декартовых координатах в направлении X, Y, Z

Примеры

Пример 1: Фрезерование

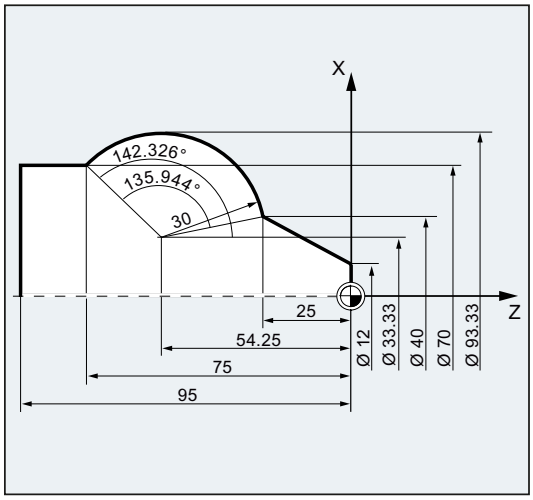


В последующих программных строках можно найти примеры ввода для каждой возможности программирования окружности. Необходимые для этого указания размеров находятся на расположенном рядом рабочем чертеже.

Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 X133 Y44.48 S800 M3	; Переход к стартовой точке
N20 G17 G1 Z-5 F1000	; Подача инструмента
N30 G2 X115 Y113.3 I-43 J25.52	; Конечная точка окружности, центр в составном размере
N30 G2 X115 Y113.3 I=AC(90) J=AC(70)	; Конечная точка окружности, центр в абсолютном размере
N30 G2 X115 Y113.3 CR=-50	; Конечная точка окружн., радиус окр.

Программный код	Комментарий
N30 G2 AR=269.31 I-43 J25.52	; Апертурный угол, центр в составном размере
N30 G2 AR=269.31 X115 Y113.3	; Апертурный угол, конечная точка окружности
N30 N30 CIP X80 Y120 Z-10	; Конечная точка окружности и промежуточная точка:
I1=IC(-85.35) J1=IC(-35.35) K1=-6	; Координаты для всех 3 геометр. осей
N40 M30	; Конец программы

Пример 2: Токарная обработка

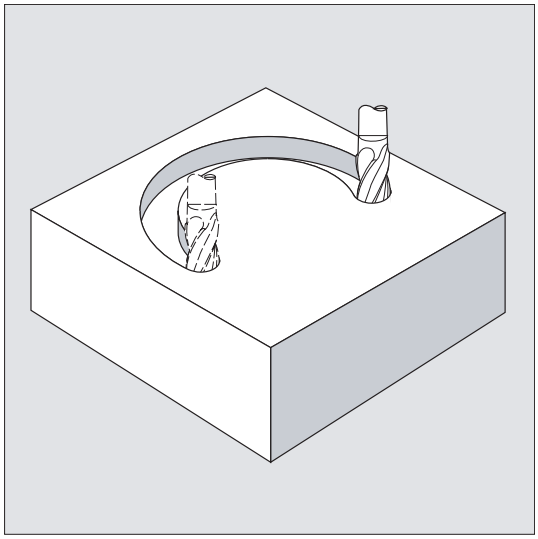


Программный код	Комментарий
N.. ...	
N120 G0 X12 Z0	
N125 G1 X40 Z-25 F0.2	
N130 G3 X70 Y-75 I-3.335 K-29.25	; Конечная точка окружности, центр в составном размере
N130 G3 X70 Y-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)	; Конечная точка окружности, центр в абсолютном размере
N130 G3 X70 Z-75 CR=30	; Конечная точка окружности, радиус окружности
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944	; Апертурный угол, конечная точка окружности
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944	; Апертурный угол, центр в составном размере
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944	; Апертурный угол, центр в абсолютном размере
N130 G111 X33.33 Z-54.25	; Полярные координаты
N135 G3 RP=30 AP=142.326	; Полярные координаты
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25	; Дуга окружности с промежуточн. точкой и конечной точкой
N140G1 Z-95	
N.. ...	
N40 M30	; Конец программы

9.6.2 Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...)

Функция

Круговая интерполяция позволяет изготовлять полные круги или дуги окружностей.



Круговое движение описывается через:

- конечную точку в декартовых координатах X, Y, Z и
- центр окружности по адресам I, J, K.

Если окружность программируется с центром, но без конечной точки, то получается полный круг.

Синтаксис

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K…
G2/G3 X… Y… Z… I=AC(…) J=AC(…) K=(AC…)
```

Значение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки
X Y Z:	Конечная точка в декартовых координатах
I:	Координата центра окружности в направлении X
J:	Координата центра окружности в направлении Y
K:	Координата центра окружности в направлении Z
=AC(…):	Указание абсолютного размера (действует покадрово)

Примечание

G2 и G3 действуют модально.

Предварительные установки G90/G91 абсолютного или составного размера действуют только для конечной точки окружности.

Координаты центра I, J, K стандартно вводятся в составном размере относительно начальной точки окружности.

Абсолютное указание центра относительно нулевой точки детали программируется покадрово с помощью: I=AC(…), J=AC(…), K=AC(…). Параметр интерполяции I, J, K со значением 0 может не указываться, соответствующий второй параметр должен быть указан в любом случае.

Примеры

Пример 1: Фрезерование

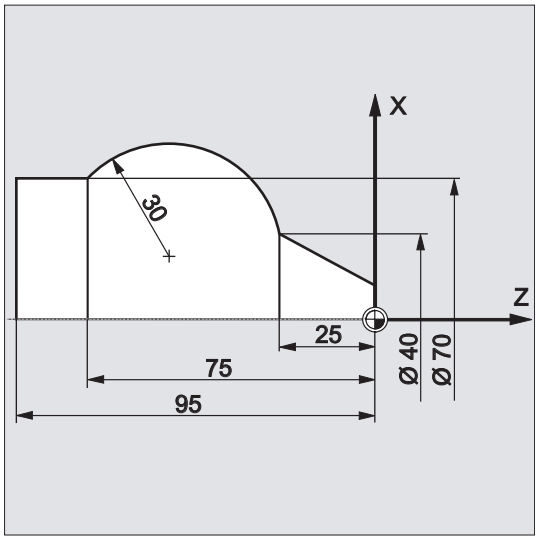
Указание центра в составном размере

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500
```

Указание центра в абсолютном размере

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```

Пример 2: Токарная обработка



Указание центра в составном размере

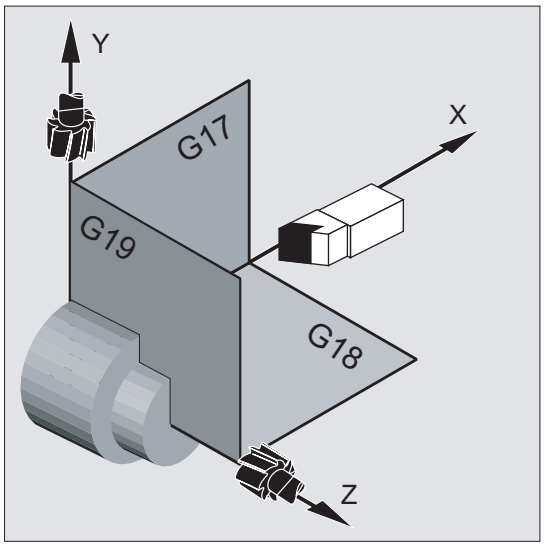
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25
N135 G1 Z-95
```

Указание центра в абсолютном размере

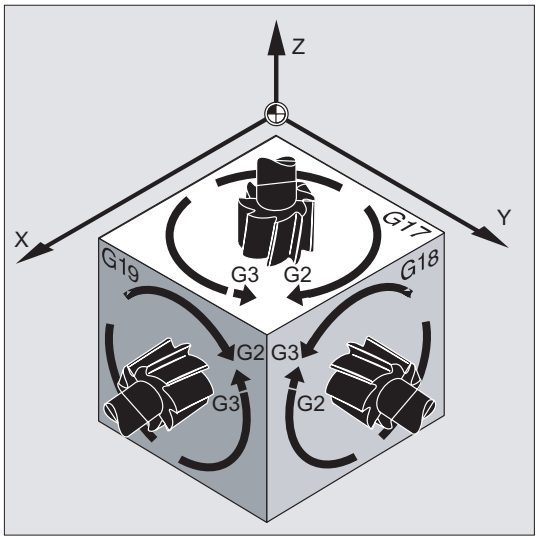
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)
N135 G1 Z-95
```

Дополнительная информация

Указание рабочей плоскости



Для вычисления направления вращения окружности – с G2 по часовой стрелке или G3 против часовой стрелки – СЧПУ требуется указание рабочей плоскости (G17 до G19).



Рекомендуется всегда указывать рабочую плоскость.

Исключение:

Можно создавать окружности и вне выбранной рабочей плоскости (не при указании апертурного угла и спиральной линии). В этом случае плоскость окружности определяют адреса осей, которые указываются в качестве конечной точки окружности.

Запрограммированная подача

С помощью FGROUP можно установить, какие оси должны перемещаться с запрограммированной подачей. Подробности см. главу "Параметры траектории".

9.6.3 Круговая интерполяция с радиусом и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR)

Функция

Круговое движение описывается через:

- радиус окружности `CR=`и
- конечную точку в декартовых координатах `X`, `Y`, `Z`.

Наряду с радиусом окружности посредством знака +/– необходимо указать, должен ли угол перемещения быть больше или меньше 180°. Положительный знак не нужен.

Примечание

Исходя из существующей практики, не существует ограничения для размера максимального программируемого радиуса.

Синтаксис

```
G2/G3 X… Y… Z… CR=
G2/G3 I… J… K… CR=
```

Значение

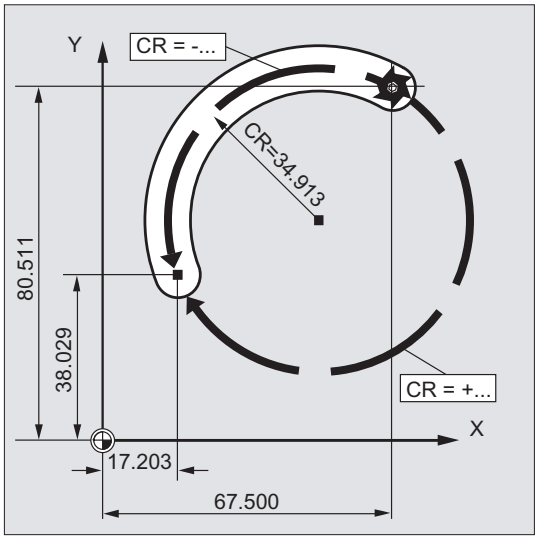
`G2`:	Круговая интерполяция по часовой стрелке
`G3`:	Круговая интерполяция против часовой стрелки
`X Y Z`:	Конечная точка в декартовых координатах. Эти данные зависят от команд перемещения G90/G91 или ...=AC(...)/...=IC(..)
`I J K`:	Центр окружности в декартовых координатах (в направлении X, Y, Z) Где: I: координата центра окружности в направлении X J: координата центра окружности в направлении Y K: координата центра окружности в направлении Z
`CR=` :	Радиус окружности Где: CR=+…: угол меньше или равен 180° CR=–…: угол больше 180°

Примечание

При этом способе центр не указывается. Полные круги (угол перемещения 360°) программируются не с помощью `CR=`, а через конечную точку окружности и параметры интерполяции.

Примеры

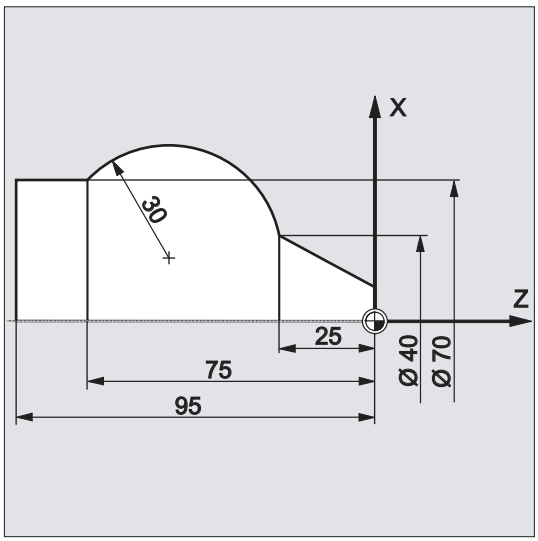
Пример 1: Фрезерование



Программный код

```
N10 G0 X67.5 Y80.511
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
...
```

Пример 2: Токарная обработка



Программный код

```
...
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 CR=30
N135 G1 Z-95
...
```

9.6.4 Круговая интерполяция с апертурным углом и центром (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR)

Функция

Круговое движение описывается через:

- апертурный угол AR= и
- конечную точку в декартовых координатах X, Y, Z или
- центр окружности по адресам I, J, K

Синтаксис

```
G2/G3 X… Y… Z… AR=
G2/G3 I… J… K… AR=
```

Значение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки
X Y Z:	Конечная точка в декартовых координатах
I J K:	Центр окружности в декартовых координатах (в направлении X, Y, Z) Где: I: Координата центра окружности в направлении X J: Координата центра окружности в направлении Y K: Координата центра окружности в направлении Z
AR=:	апертурный угол, диапазон значений 0° до 360°
=AC(…):	Указание абсолютного размера (действует покадрово)

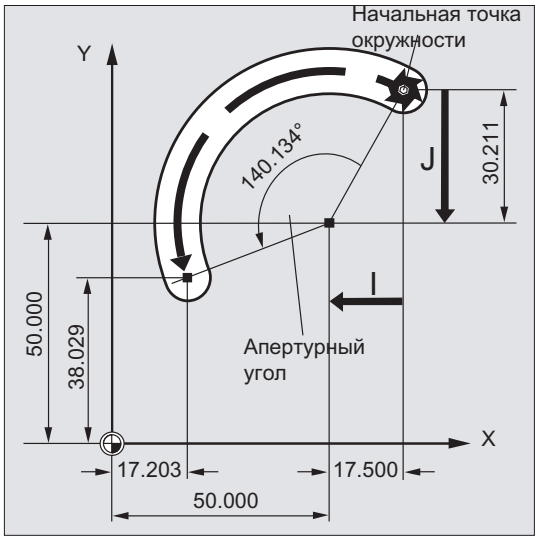
Примечание

Полные круги (угол перемещения 360°) программируются не с помощью AR=, а через конечную точку окружности и параметры интерполяции. Координаты центра I, J, K стандартно вводятся в составном размере относительно начальной точки окружности.

Абсолютное указание центра относительно нулевой точки детали программируется покадрово с помощью: I=AC(…), J=AC(…), K=AC(…). Параметр интерполяции I, J, K со значением 0 может не указываться, соответствующий второй параметр должен быть указан в любом случае.

Примеры

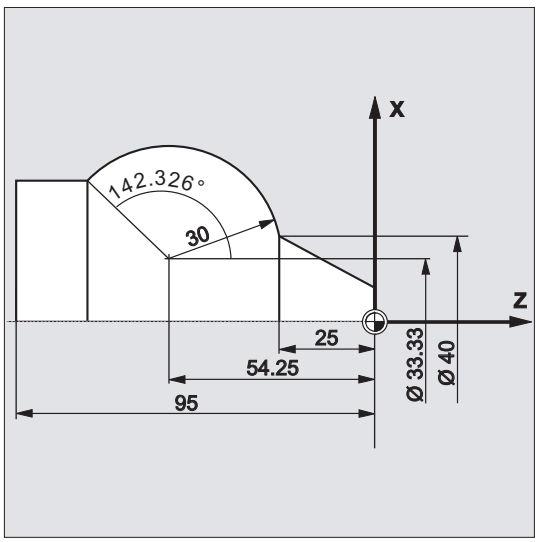
Пример 1: Фрезерование



Программный код

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 AR=140.134 F500
N20 G3 I-17.5 J-30.211 AR=140.134 F500
```

Пример 2: Токарная обработка



Программный код

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944
N135 G1 Z-95
```

9.6.5 Круговая интерполяция с полярными координатами (G2/G3, AP, RP)

Функция

Круговое движение описывается через:

- полярный угол AP=...
- и полярный радиус RP=...

При этом действует следующее соглашение:

- Полюс лежит в центре окружности.
- Полярный радиус соответствует радиусу окружности.

Синтаксис

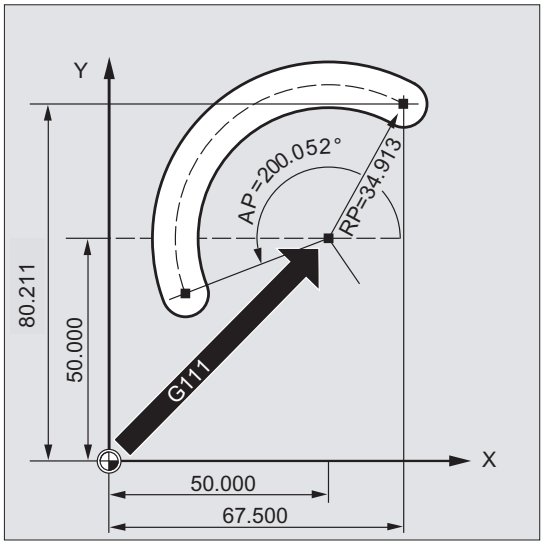
```
G2/G3 AP= RP=
```

Значение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки
X Y Z:	Конечная точка в декартовых координатах
AP=:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный угол
RP=:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный радиус соответствует радиусу окружности

Примеры

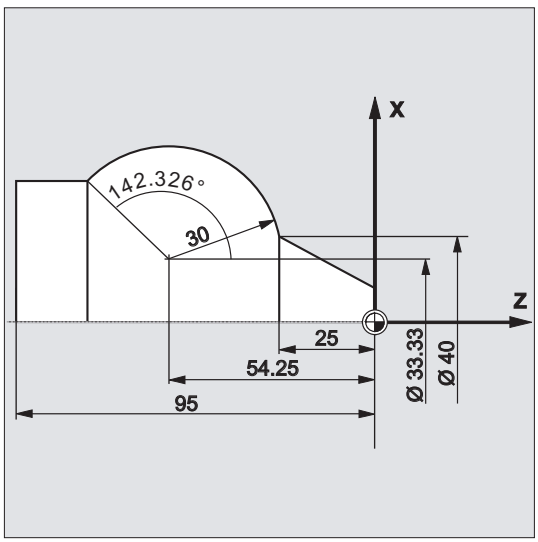
Пример 1: Фрезерование



Программный код

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G111 X50 Y50
N30 G3 RP=34.913 AP=200.052 F500
```

Пример 2: Токарная обработка



Программный код

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G111 X33.33 Z-54.25
N135 G3 RP=30 AP=142.326
N140 G1 Z-95
```

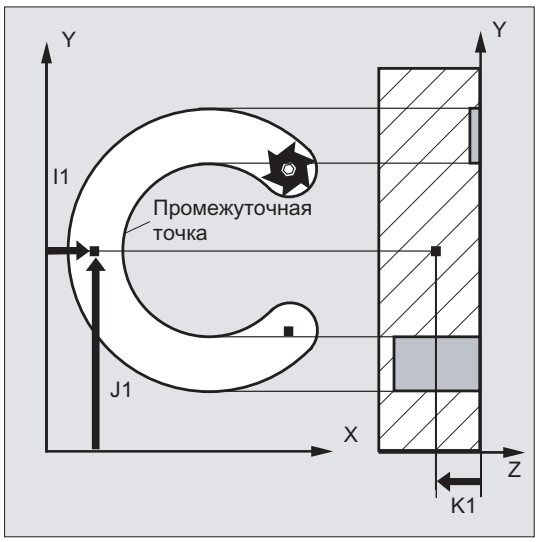
9.6.6 Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)

Функция

С помощью CIP можно программировать дуги окружностей, которые могут находиться в пространстве и под наклоном. В этом случае промежуточная и конечная точка описываются тремя координатами.

Круговое движение описывается через:

- промежуточную точку по адресам I1=, J1=, K1= и
- конечную точку в декартовых координатах X, Y, Z.



Направление перемещения следует из последовательности: начальная точка, промежуточная точка, конечная точка.

Синтаксис

```
CIP X… Y… Z… I1=AC(…)  J1=AC(…) K1=(AC…)
```

Значение

CIP:	Круговая интерполяция через промежуточную точку
X Y Z:	Конечная точка в декартовых координатах. Эти данные зависят от команд перемещения G90/G91 или ...=AC(...)/...=IC(..)
I1= J1= K1=:	Центр окружности в декартовых координатах (в направл. X, Y, Z) Где: I1: Координата центра окружности в направлении X J1: Координата центра окружности в направлении Y K1: Координата центра окружности в направлении Z
=AC(…):	Указание абсолютного размера (действует покадрово)
=IC(…):	Указание составного размера (действует покадрово)

Примечание

`CIP` действует модально.

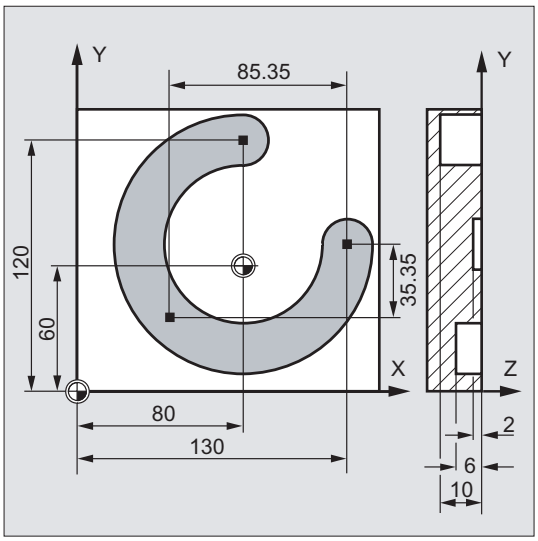
Ввод в абсолютном и составном размере

Предварительные установки G90/G91 абсолютного или составного размера действуют для промежуточной и конечной точки окружности.

При G91 исходной точкой для промежуточной и конечной точки служит начальная точка окружности.

Примеры

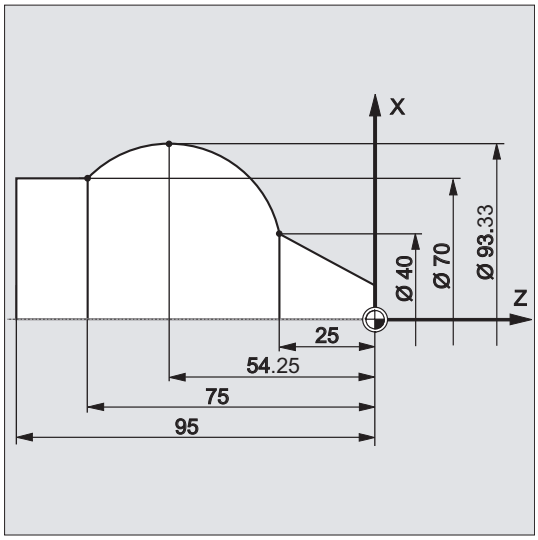
Пример 1: Фрезерование



Для изготовления расположенной под углом в пространстве кольцевой канавки описывается окружность через указание промежуточной точки с 3 параметрами интерполяции и конечной точки также с 3 координатами.

Программный код	Комментарий
`N10 G0 G90 X130 Y60 S800 M3`	`; Подвод к стартовой точке.`
`N20 G17 G1 Z-2  F100`	`; Подача инструмента.`
`N30 CIP X80 Y120 Z-10`	`; Конечная точка окружности и промежуточная точка.`
`I1= IC(-85.35)J1=IC(-35.35) K1=-6`	`; Координаты для всех 3 геометрических осей.`
`N40 M30`	`; Конец программы`

Пример 2: Токарная обработка



Программный код

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 CIP X70 Z-75 I1=IC(26.665) K1=IC(-29.25)
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25
N135 G1 Z-95
```

9.6.7 Круговая интерполяция с тангенциальным переходом (CT, X... Y... Z...)

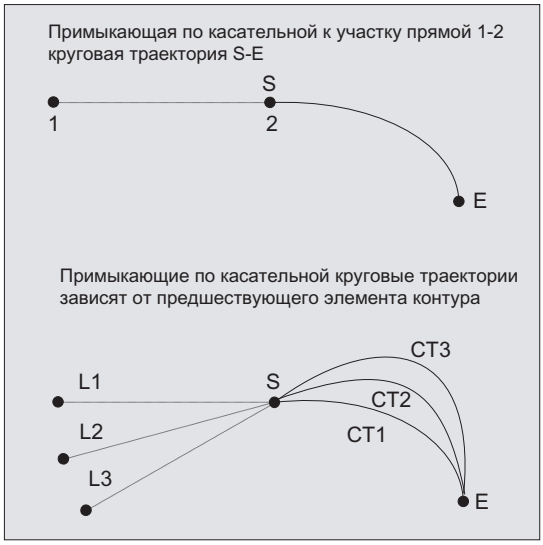
Функция

Функция "Тангенциальная окружность" является расширением программирования окружности.

При этом окружность определяется через:

- стартовую и конечную точку и
- направление касательной в стартовой точке.

С помощью G-кода `CT` создается дуга окружности, которая по касательной примыкает к запрограммированному до этого элементу контура.



Определение направления касательной

Направление касательной в стартовой точке кадра CT определяется из конечной касательной запрограммированного контура последнего предшествующего кадра с движением перемещения.

Между этим кадром и актуальным кадром может находиться любое количество кадров без информации перемещения.

Синтаксис

```
CT X… Y… Z…
```

Значение

`CT`:	Окружность с тангенциальным переходом
`X... Y... Z...`:	Конечная точка в декартовых координатах

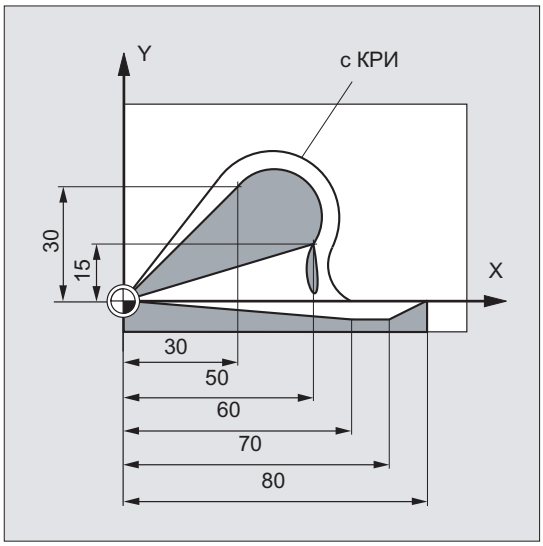
Примечание

CT действует модально.

Как правило, окружность однозначно определяется через направление касательной и стартовую и конечную точки окружности.

Примеры

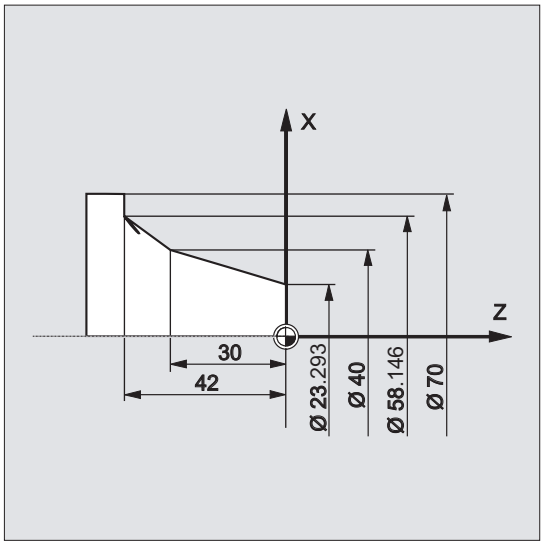
Пример 1: Фрезерование



Фрезерование дуги окружности с CT, примыкающей к участку прямой.

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Y0 Z0 G90 T1 D1	
N20 G41 X30 Y30 G1 F1000	; Включение КРИ.
N30 CT X50 Y15	; Программирование окружности с тангенциальным переходом.
N40 X60 Y-5	
N50 G1 X70	
N60 G0 G40 X80 Y0 Z20	
N70 M30	

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N110 G1 X23.293 Z0 F10	
N115 X40 Z-30 F0.2	
N120 CT X58.146 Z-42	; Программирование окружности с тангенциальным переходом.
N125 G1 X70	

Дополнительная информация

Сплайны

У сплайнов тангенциальное направление определяется через прямую через последние две точки. Это направление у сплайнов A и C при активной ENAT или EAUTO в общем и целом не идентично направлению в конечной точке сплайна.

Переход сплайна B всегда является тангенциальным, при этом направление касательной определено как у сплайнов A и C и активной ETAN.

Смена фрейма

Если между определяющим касательную кадром и кадром CT происходит смена фрейма, то касательная подчиняется этой смене.

Граничная ситуация

Если продолжение стартовой касательной проходит через конечную точку, то вместо окружности создается прямая (граничная ситуация окружности с бесконечным радиусом). В этом специальном случае либо нельзя программировать TURN, либо должно действовать TURN=0.

Примечание

При приближении к этой граничной ситуации получаются окружности с радиусом любого размера, таким образом, при TURN не равном 0, как правило, обработка прерывается с ошибкой из-за нарушения предела программного обеспечения.

Положение плоскости окружности

Положение плоскости окружности зависит от активной плоскости (G17-G19).

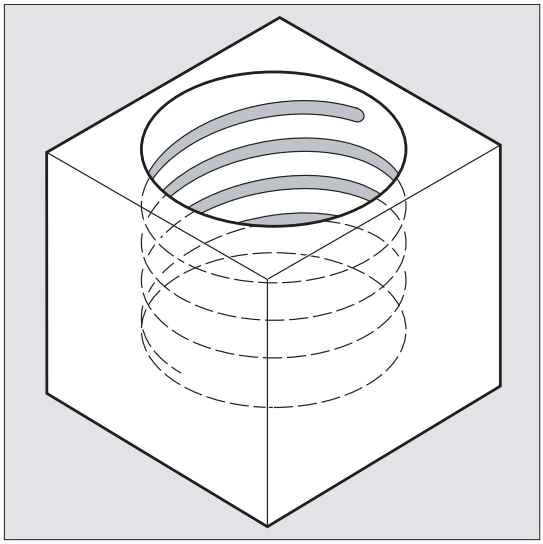
Если касательная предыдущего кадра находится не в активной плоскости, то используется ее проекция в активную плоскость.

Если стартовая и конечная точка имеют разные позиционные компоненты вертикально к активной плоскости, то вместо окружности создается спираль.

9.7 Винтовая интерполяция (G2/G3, TURN)

Функция

Винтовая интерполяция (спиральная интерполяция) позволяет, к примеру, создавать резьбы или смазочные канавки.



При винтовой интерполяции накладываются и параллельно выполняются два движения:

- ровное круговое движение, на которое
- накладывается вертикальное линейное движение.

Синтаксис

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… TURN=
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… TURN=
G2/G3 AR=… I… J… K… TURN=
G2/G3 AR=… X… Y… Z… TURN=
G2/G3 AP… RP=… TURN=
```

Значение

G2:	Движение по круговой траектории по часовой стрелке
G3:	Движение по круговой траектории против часовой стрелки
X Y Z:	Конечная точка в декартовых координатах
I J K:	Центр окружности в декартовых координатах
AR:	Апертурный угол

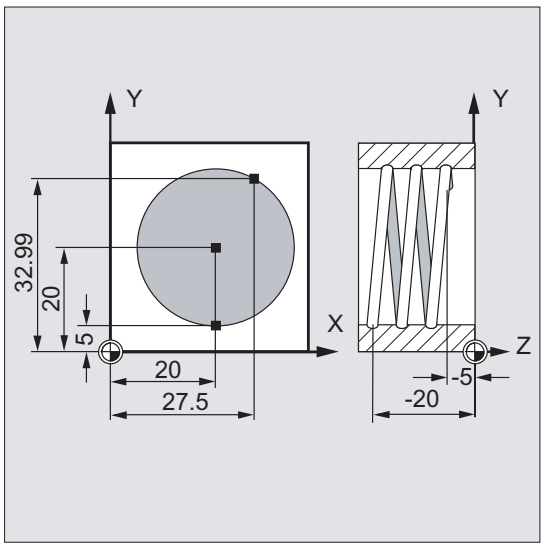
TURN= :	Количество дополнительных проходов круга в диапазоне от 0 до 999
AP= :	Полярный угол
RP= :	Полярный радиус

Примечание

G2 и G3 действуют модально.

Круговое движение выполняется в осях, которые определены через указание рабочей плоскости.

Пример



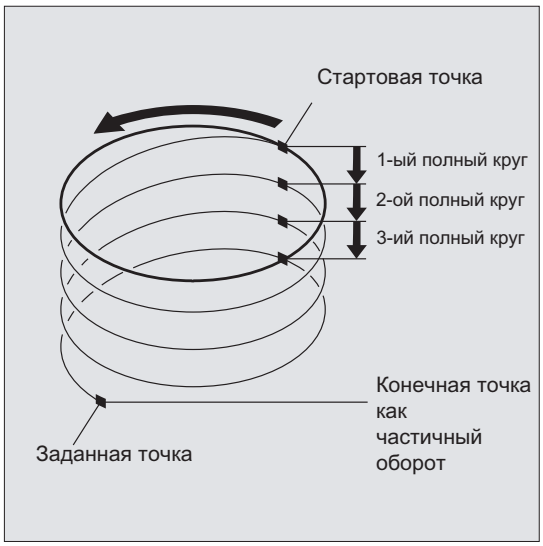
Программный код	Комментарий
N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3	; Подвод к стартовой позиции.
N20 G1 Z-5 F50	; Подача инструмента.
N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20) J=AC(20) TURN=2	; Винтовая линия с данными: Выполнить от стартовой позиции 2 полных круга, после этого переход к конечной точке.
N40 M30	; Конец программы

Дополнительная информация

Последовательность движений

1. Переход к стартовой точке
2. С `TURN=` исполнение запрограммированных полных кругов.
3. Подвод к конечной точки окружности, к примеру, как частичный оборот.
4. Исполнение пунктов 2 и 3 на глубину подачи.

Из количества полных кругов плюс запрограммированной конечной точки окружности (выполненными на глубину подачи) получается шаг, с которым должна быть изготовлена винтовая линия.



Программирование конечной точки винтовой интерполяции

Подробное описание параметров интерполяции см. круговую интерполяцию.

Запрограммированная подача

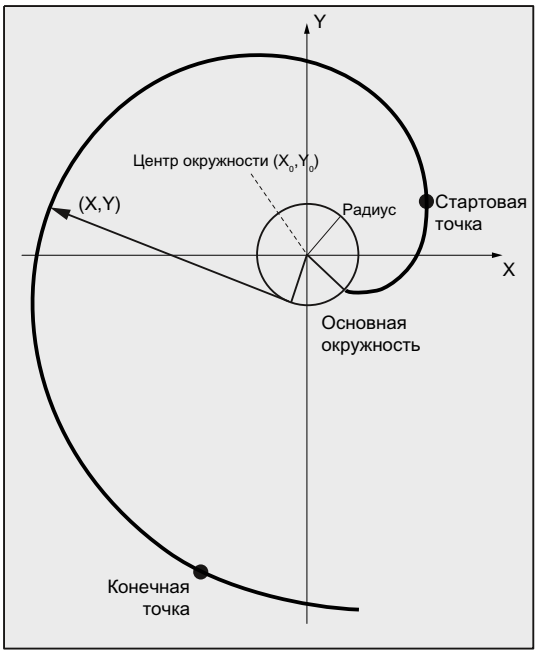
При винтовой интерполяции рекомендуется указывать запрограммированную коррекцию подачи (`CFC`). С помощью `FGROUP` можно установить, какие оси должны перемещаться с запрограммированной подачей. Подробности см. главу "Параметры траектории".

9.8 Эвольвентная интерполяция (INVCW, INVCCW)

Функция

Эвольвента окружности это кривая, описываемая от конечной точки жестко натянутой, развернутой от окружности нити.

Эвольвентная интерполяция позволяет создавать траектории вдоль эвольвенты. Она выполняется в плоскости, в которой определена основная окружность, и проходит от запрограммированной стартовой точки до запрограммированной конечной точки.



Возможно два способа программирования конечной точки:

1. Напрямую через декартовы координаты
2. Косвенно через указание апертурного угла (сравни программирование апертурного угла при программировании окружности)

Если стартовая и конечная точка не лежат в плоскости основной окружности, то, аналогично винтовой интерполяции у окружностей, получается наложение на кривую в пространстве.

При дополнительном вводе ходов траектории вертикально к активной плоскости (можно сравнить с винтовой интерполяцией для окружностей) эвольвента может перемещаться в пространстве.

Синтаксис

```
INVCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCW I... J... K... CR=... AR=...
INVCCW I... J... K... CR=... AR=...
```

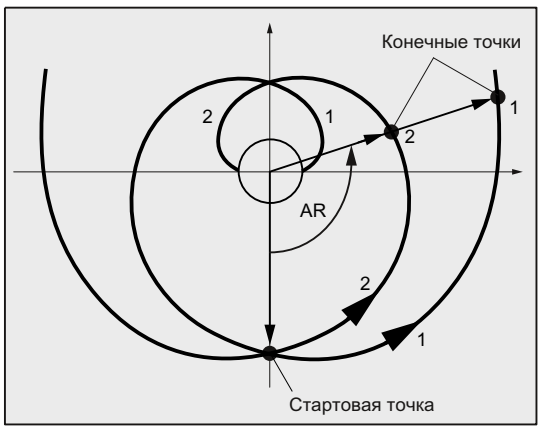
Значение

`INVCW`:	Команда движения по эвольвенте по часовой стрелке
`INVCCW`:	Команда движения по эвольвенте против часовой стрелки
`X... Y... Z...`:	Прямое программирование конечной точки в декартовых координатах
`I... J... K...`:	Параметры интерполяции для описания центра основной окружности в декартовых координатах **Указание:** Координаты указываются относительно стартовой точки эвольвенты.
CR=...	Радиус основной окружности
AR=...	Косвенное программирование конечной точки через указание апертурного угла (угла поворота) Началом отсчета апертурного угла является прямая от центра окружности к стартовой точке. `AR` > 0: Траектория на эвольвенте движется **от основной окружности**. `AR` < 0: Траектория на эвольвенте движется **к основной окружности**. Для AR < 0 максимальный угол поворота ограничен тем, что конечная точка всегда должна находиться вне основной окружности.

Косвенное программирование конечной точки через указание апертурного угла

ЗАМЕТКА
При косвенном программировании конечной точки через указание апертурного угла `AR` учитывать знак угла, т.к. смена знака привела бы к другой эвольвенте и тем самым к другой траектории.

Это должен пояснить следующий пример:

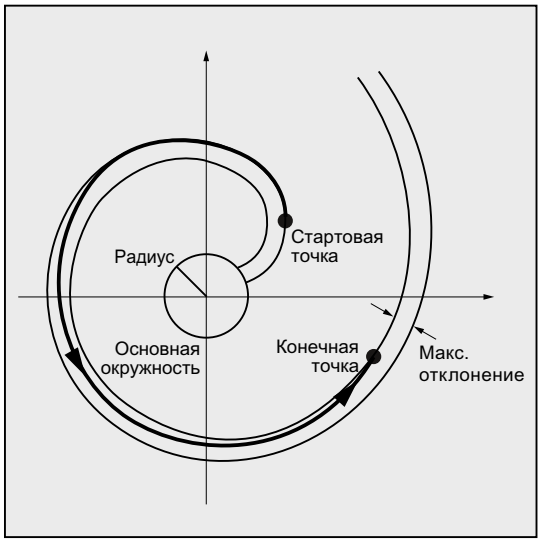


У эвольвент 1 и 2 совпадают параметры радиуса и центра основной окружности, а также стартовой точки и направления вращения (`INVCW` / `INVCCW`). Единственным различием является знак апертурного угла:

- При AR > 0 перемещается траектория на эвольвенте 1 и выполняется подвод к конечной точке 1.
- При AR < 0 перемещается траектория на эвольвенте 2 и выполняется подвод к конечной точке 2.

Граничные условия

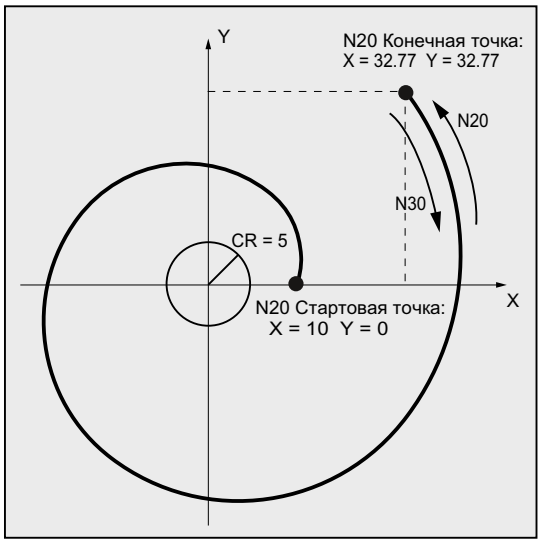
- Как стартовая точка, так и конечная точка, должны находится вне поверхности основной окружности эвольвенты (окружность с радиусом CR вокруг определенного через I, J, K центра). Если это условие не соблюдается, то выводится ошибка и обработка программы отменяется.
- Обе возможности программирования конечной точки (напрямую через декартовы координаты или косвенно через указание апертурного угла) являются взаимоисключающими. Поэтому в кадре может использоваться только одна из этих двух возможностей программирования.
- Если запрограммированная конечная точка находится не точно на определенной через стартовую точку и основную окружность эвольвенте, то осуществляется интерполяция между обеими эвольвентами, определенными через стартовую или конечную точку (см. рисунок ниже).



Максимальное отклонение конечной точки устанавливается через машинные данные (→ Изготовитель станка!). Если отклонение запрограммированной конечной точки в радиальном направлении больше, чем установленное через эти MD значение, то выводится ошибка и выполнение программы отменяется.

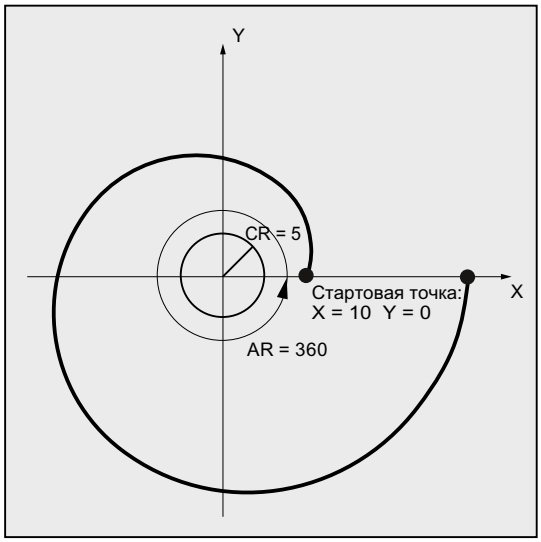
Примеры

Пример 1: Левовращающаяся эвольвента от стартовой точки к запрограммированной конечной точке и как правовращающаяся эвольвента обратно



Программный код	Комментарий
`N10 G1 X10 Y0 F5000`	; Подвод к стартовой позиции.
`N15 G17`	; Выбор плоскости X/Y в качестве рабочей плоскости.
`N20 INVCCW X32.77 Y32.77 CR=5 I-10 J0`	; Эвольвента против часовой стрелки, конечная точка в декартовых координатах.
`N30 INVCW X10 Y0 CR=5 I-32.77 J-32.77`	; Эвольвента по часовой стрелке, стартовая точка это конечная точка из N20, новая конечная точка это стартовая точка из N20, новый центр окружности относится к новой стартовой точке и идентичен старому центру окружности.
`...`	

Пример 2: Левовращающаяся эвольвента с косвенным программированием конечной точки через указание апертурного угла



Программный код	Комментарий
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Подвод к стартовой позиции.
N15 G17	; Выбор плоскости X/Y в качестве рабочей плоскости.
N20 INVCCW CR=5 I-10 J0 AR=360	; Эвольвента против часовой стрелки и ход от основной окружности (т.к. указан положительный угол) с полным оборотом (360 градусов).
...	

Литература

Прочую информацию по связанным с эвольвентной интерполяцией важным машинным данным и граничным условиям см.:

Описание функций "Основные функции"; Различные интерфейсные сигналы ЧПУ/PLC и функции (A2), глава: "Установки для эвольвентной интерполяции"

9.9 Линии контура

9.9.1 Общая информация по линиям контура

Функция

Программирование линии контура служит для быстрого ввода простых контуров.

Могут программироваться линии контура с 1, 2, 3 или более точками с переходными элементами "фаска" или "закругление" через указание декартовых координат и / или углов.

В кадрах, описывающих линии контура, могут использоваться любые другие адреса ЧПУ, к примеру, буквы адреса для других осей (отдельные оси или ось вертикально к плоскости обработки), данные вспомогательных функций, коды G, скорости и т.д.

Примечание

Контурный вычислитель

Простое программирование линии контура возможно и с помощью контурного вычислителя. При этом речь идет об инструменте интерфейса, который обеспечивает программирование и графическое представление простых и сложных контуров деталей. Запрограммированные через контурный вычислитель контуры передаются в программу обработки детали.

Литература:
Руководство оператора

Параметрирование

Идентификаторы для угла, радиуса и фаски определяются через машинные данные:

MD10652 $MN_CONTOUR_DEF_ANGLE_NAME (имя угла для линий контура)

MD10654 $MN_RADIUS_NAME (имя радиуса для линий контура)

MD10656 $MN_CHAMFER_NAME (имя фаски для линий контура)

Примечание

См. указания изготовителя станка.

9.9.2 Линии контура: Прямая (ANG)

Примечание

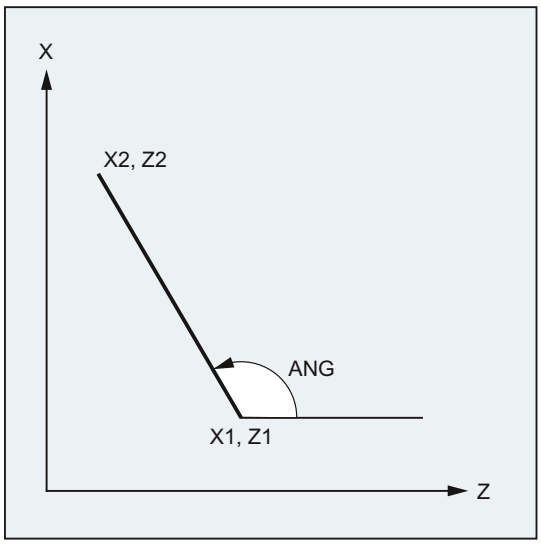
В описании ниже предполагается, что:

- G18 активна (⇒ активной рабочей плоскостью является плоскость Z/X).
  (Но программирование линий контура без ограничений возможно и при G17 или G19 .)
- для угла, радиуса и фаски определены следующие идентификаторы:
  – ANG (угол)
  – RND (радиус)
  – CHR (фаска)

Функция

Конечная точка прямой определяется следующими данными:

- Угол ANG
- **Одна** декартова координата конечной точки (X2 или Z2)



ANG:	Угол прямой
X1, Z1:	Начальные координаты
X2, Z2:	Координаты конечной точки прямой

Синтаксис

```
X... ANG=...
Z... ANG=...
```

Значение

`X...`:	Координата конечной точки в направлении X
`Z...`:	Координата конечной точки в направлении Z
`ANG`:	Идентификатор для программирования угла Указанное значение (угол) относится к абсциссе активной рабочей плоскости (ось Z при `G18`).

Пример

Программный код	Комментарий
`N10 X5 Z70 F1000 G18`	`; Переход к стартовой позиции`
`N20 X88.8 ANG=110`	`; Прямая с указанием угла`
`N30 ...`	

или:

Программный код	Комментарий
`N10 X5 Z70 F1000 G18`	`; Переход к стартовой позиции`
`N20 Z39.5 ANG=110`	`; Прямая с указанием угла`
`N30 ...`	

9.9.3 Линии контура: Две прямые (ANG)

Примечание

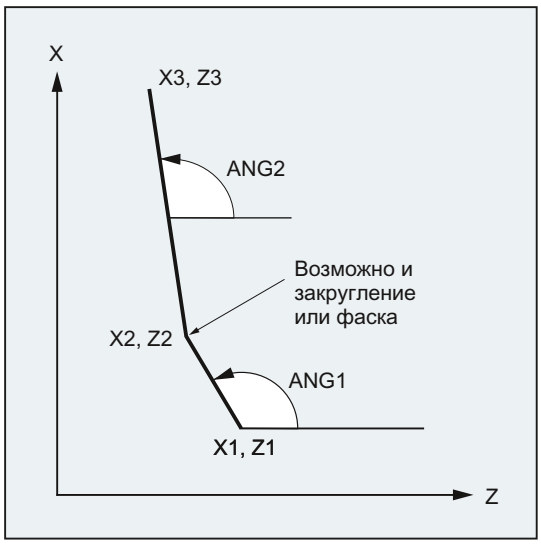
В описании ниже предполагается, что:

- G18 активна (⇒ активной рабочей плоскостью является плоскость Z/X).

  (Но программирование линий контура без ограничений возможно и при G17 или G19 .)
- для угла, радиуса и фаски определены следующие идентификаторы:
  - ANG (угол)
  - RND (радиус)
  - CHR (фаска)

Функция

Конечная точка первой прямой может быть запрограммирована через указание декартовых координат или через указание угла обоих прямых. Конечная точка второй прямой всегда должны быть запрограммирована декартово. Точка пересечения обеих прямых может быть выполнена как угол, закругление или как фаска.



ANG1:	Угол первой прямой
ANG2:	Угол второй прямой
X1, Z1:	Начальные координаты первой прямой
X2, Z2:	Координаты конечной точки первой прямой или начальные координаты второй прямой
X3, Z3:	Координаты конечной точки второй прямой

Синтаксис

1. Программирование конечной точки первой прямой через указание угла

- Угол как переход между прямыми:

```
ANG=…
X… Z… ANG=…
```

- Закругление как переход между прямыми:

```
ANG=… RND=. . .
X… Z… ANG=…
```

- Фаска как переход между прямыми:

```
ANG=… CHR=. . .
X… Z… ANG=…
```

2. Программирование конечной точки первой прямой через указание координат

- Угол как переход между прямыми:

```
X… Z…
X… Z…
```

- Закругление как переход между прямыми:

```
X… Z… RND=. . .
X… Z…
```

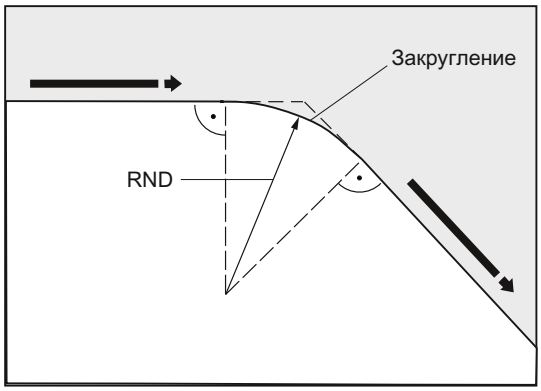
- Фаска как переход между прямыми:

```
X… Z… CHR=. . .
X… Z…
```

Значение

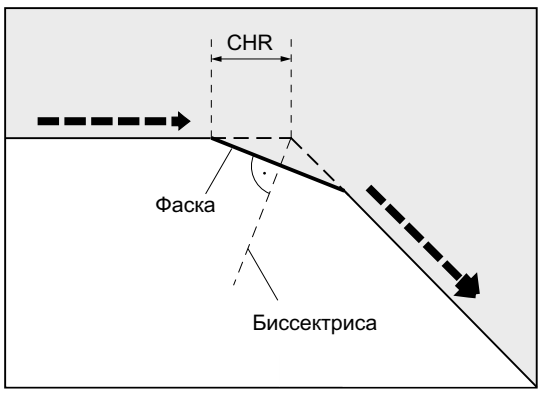
`ANG=…` :
Идентификатор для программирования угла
Указанное значение (угол) относится к абсциссе активной рабочей плоскости (ось Z при `G18`).

`RND=...` :
Идентификатор для программирования закругления
Указанное значение соответствует радиусу закругления:



Изображение 9-3

`CHR=...` :
Идентификатор для программирования фаски
Указанное значение соответствует ширине фаски в направлении движения:



Изображение 9-4

`X...` :
Координаты в направлении X

`Z...` :
Координаты в направлении Z

Примечание

Дополнительную информацию по программированию фаски или закругления см.
" Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271] ".

Пример

Программный код	Комментарий
N10 X10 Z80 F1000 G18	; Подвод к стартовой позиции.
N20 ANG=148.65 CHR=5.5	; Прямая с указанием угла и фаски.
N30 X85 Z40 ANG=100	; Прямая с указанием угла и конечной точки.
N40 ...	

9.9.4 Линии контура: Три прямые (ANG)

Примечание

В описании ниже предполагается, что:

- G18 активна (⇒ активной рабочей плоскостью является плоскость Z/X).

  (Но программирование линий контура без ограничений возможно и при G17 или G19 .)
- для угла, радиуса и фаски определены следующие идентификаторы:
  - ANG (угол)
  - RND (радиус)
  - CHR (фаска)

Функция

Конечная точка первой прямой может быть запрограммирована через указание декартовых координат или через указание угла обоих прямых. Конечная точка второй и третьей прямой всегда должны быть запрограммирована декартово. Точка пересечения прямых может быть выполнена как угол, закругление или как фаска.

Примечание

Объясняемое здесь программирование для 3-точечной линии контура может быть произвольно продолжено для линий контура более чем из трех точек.

ANG1:	Угол первой прямой
ANG2:	Угол второй прямой
X1, Z1:	Начальные координаты первой прямой
X2, Z2:	Координаты конечной точки первой прямой или начальные координаты второй прямой
X3, Z3:	Координаты конечной точки второй прямой или начальная точка третьей прямой
X4, Z4:	Координаты конечной точки третьей прямой

Синтаксис

1. Программирование конечной точки первой прямой через указание угла

- Угол как переход между прямыми:

```
ANG=…
X… Z… ANG=…
X… Z…
```

- Закругление как переход между прямыми:

```
ANG=… RND=...
X… Z… ANG=… RND=...
X… Z…
```

- Фаска как переход между прямыми:

```
ANG=… CHR=...
X… Z… ANG=… CHR=...
X… Z…
```

2. Программирование конечной точки первой прямой через указание координат

- Угол как переход между прямыми:

```
X… Z…
X… Z…
X… Z…
```

- Закругление как переход между прямыми:

```
X… Z… RND=...
X… Z… RND=...
X… Z…
```

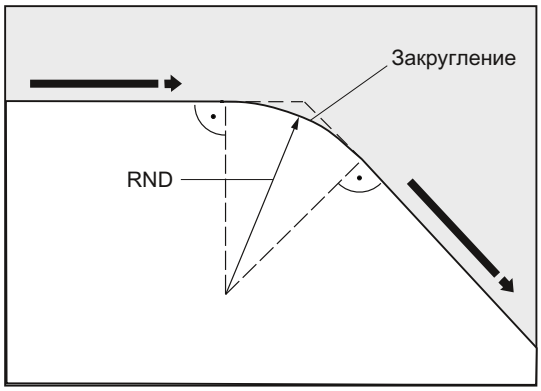
- Фаска как переход между прямыми:

```
X… Z… CHR=...
X… Z… CHR=...
X… Z…
```

Значение

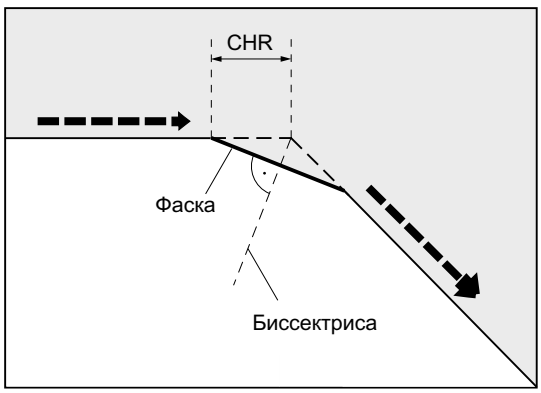
`ANG=…` :
Идентификатор для программирования угла
Указанное значение (угол) относится к абсциссе активной рабочей плоскости (ось Z при `G18`).

`RND=...` :
Идентификатор для программирования закругления
Указанное значение соответствует радиусу закругления:



Изображение 9-5

`CHR=...` :
Идентификатор для программирования фаски
Указанное значение соответствует ширине фаски в направлении движения:



Изображение 9-6

`X...` :
Координаты в направлении X

`Z...` :
Координаты в направлении Z

Примечание

Дополнительную информацию по программированию фаски или закругления см. " Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) ".

Пример

Программный код	Комментарий
N10 X10 Z100 F1000 G18	; Переход к стартовой позиции
N20 ANG=140 CHR=7.5	; Прямая с указанием угла и фаски
N30 X80 Z70 ANG=95.824 RND=10	; Прямая на промежуточную точку с указанием угла и закругления
N40 X70 Z50	; Прямая на конечную точку

9.9.5 Линии контура: Программирование конечной точки с углом

Функция

Если в кадре ЧПУ появляется буква адреса A, до дополнительно не может быть запрограммировано ни одной, может быть запрограммировано одна или обе оси активной плоскости.

Количество запрограммированных осей

- Если **ни одна из осей** активной плоскости не запрограммирована, то речь идет либо о первом, либо о втором кадре линии контура, которая состоит из двух кадров.

  Если это второй кадр такой линии контура, то это означает, что стартовая и конечная точка в активной плоскости идентичны. Тогда в любом случае линия контура состоит из одного движения вертикально к активной плоскости.

- Если запрограммирована **точно одна ось** активной плоскости, то речь идет либо об отдельной прямой, конечная точка которой однозначно определена углом и запрограммированной декартовой координатой, либо о втором кадре состоящей из двух кадров линии контура. Во втором случае отсутствующая координата устанавливается равной последней достигнутой (модальной) позиции.

- Если запрограммированы **две оси** активной плоскости, то речь идет о втором кадре линии контура, состоящей из двух кадров. Если перед актуальным кадром не стоял кадр с программированием угла без запрограммированных осей активной плоскости, то такой кадр не допускается.

Угол A может программироваться только при линейной или сплайн-интерполяции.

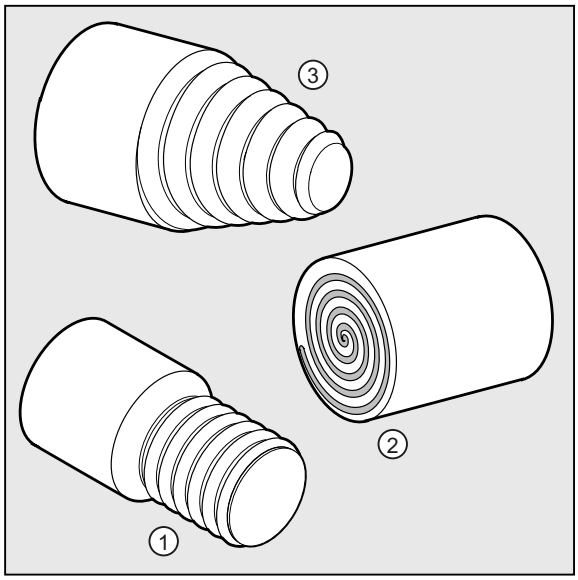
9.10 Резьбонарезание с постоянным шагом (G33)

9.10.1 Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF)

Функция

С помощью `G33` можно изготовить резьбу с постоянным шагом:

- Цилиндрическая резьба ③
- Спиральная резьба ②
- Коническая резьба ①

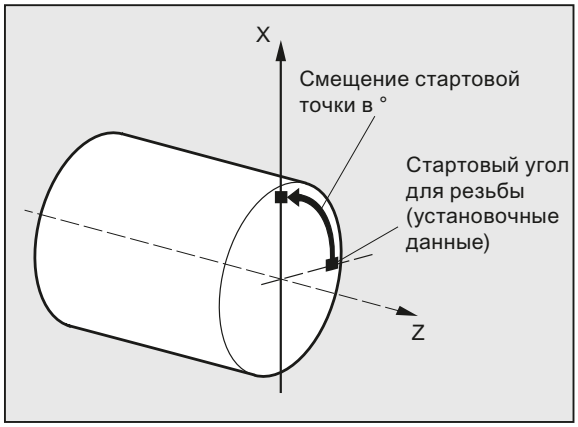


Примечание

Техническим условием для резьбонарезания с `G33` является шпиндель с регулируемой скоростью с системой измерения перемещения.

Многозаходная резьба

Многозаходные резьбы (резьбы со смещенными проходами резца) могут изготовляться посредством указания смещения стартовой точки. Программирование осуществляется в кадре `G33` по адресу `SF`.

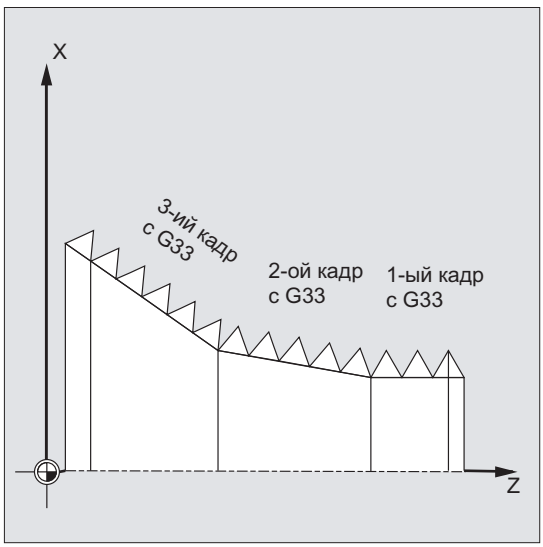


Примечание

Если смещение стартовой точки не указано, то используется определенный в установочных данных "Стартовый угол для резьбы".

Цепочка резьб

С помощью нескольких, последовательно запрограммированных кадров `G33`можно изготовить цепочку резьб:



Примечание

С помощью режима управления траекторией `G64` посредством опережающего управления скоростью кадры связываются друг с другом таким образом, что не возникает скачков скорости.

Направление вращения резьбы

Направление вращения резьбы определяется через направление вращения шпинделя:

- правое вращение с `M3` создает правую резьбу
- левое вращение с `M4` создает левую резьбу

Синтаксис

Цилиндрическая резьба:

```
G33 Z… K…
G33 Z… K… SF=…
```

Спиральная резьба:

```
G33 X… I…
G33 X… I… SF=…
```

Коническая резьба:

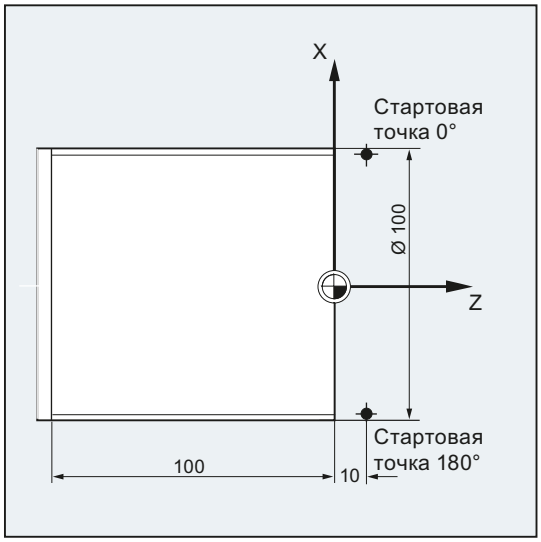
```
G33 X… Z… K…
G33 X… Z… K… SF=…
G33 X… Z… I…
G33 X… Z… I… SF=…
```

Значение

`G33`:	Команда для резьбонарезания с постоянным шагом
`X... Y... Z...`:	Конечная(ые) точка(и) в декартовых координатах
I...	Шаг резьбы в направлении X
J...	Шаг резьбы в направлении Y
K...	Шаг резьбы в направлении Z
`Z`:	Продольная ось
`X`:	Поперечная ось
`Z... K...`:	Длина и шаг для цилиндрической резьбы
`X... I...`:	Диаметр и шаг для спиральной резьбы
`I...` или `K...`	Шаг для конической резьбы Указание (`I...` или `K...`) зависит от угла конуса: < 45°: Шаг резьбы указывается с `K...` (шаг резьбы в продольном направлении). > 45°: Шаг резьбы указывается с `I...` (шаг резьбы в поперечном направлении). = 45°: Шаг резьбы может быть указан с `I...` или `K....`
SF=...	Смещение стартовой точки (необходимо только для многозаходных резьб!) Смещение стартовой точки указывается как абсолютная угловая позиция. Диапазон значений: 0.0000 до 359.999 градусов

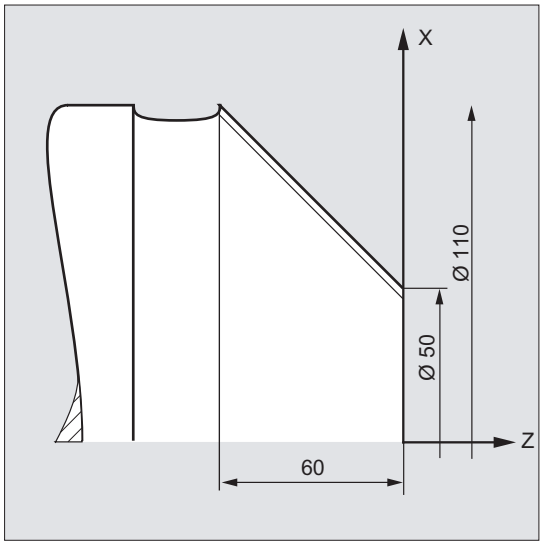
Примеры

Пример 1: Двухзаходная цилиндрическая резьба со смещением стартовой точки 180°



Программный код	Комментарий
N10 G1 G54 X99 Z10 S500 F100 M3	; Смещение нулевой точки, подвод к стартовой точке, включение шпинделя.
N20 G33 Z-100 K4	; Цилиндрическая резьба: конечная точка в Z
N30 G0 X102	; Обратный ход на стартовую позицию.
N40 G0 Z10	
N50 G1 X99	
N60 G33 Z-100 K4 SF=180	; 2. проход резца: смещение стартовой точки 180°
N70 G0 X110	; Отвод инструмента.
N80 G0 Z10	
N90 M30	; Конец программы

Пример 2: Коническая резьба с углом меньше 45°

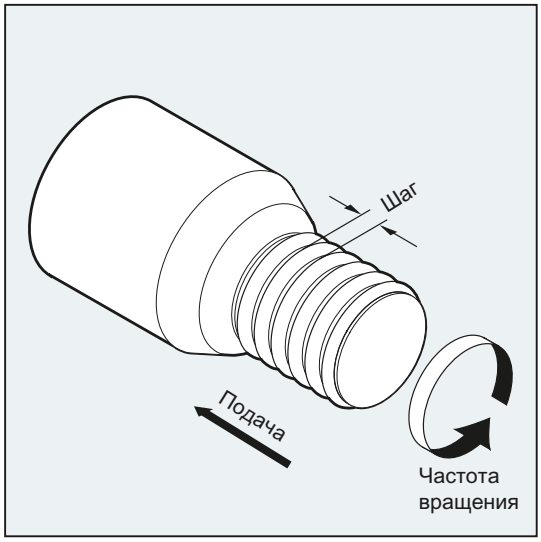


Программный код	Комментарий
N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3	; Подвод к стартовой точке, включение шпинделя
N20 G33 X110 Z-60 K4	; Коническая резьба: Конечная точка в X и Z, указание шага резьбы с K... в направлении Z (т.к. угол конуса < 45°).
N30 G0 Z0 M30	; Отвод, конец программы.

Дополнительная информация

Подача для резьбонарезания с G33

СЧПУ вычисляет из запрограммированного числа оборотов шпинделя и шага резьбы необходимую подачу, с которой токарный резец будет перемещаться по длине резьбы в продольном и/или поперечном направлении. Подача F не учитывается для G33, ограничение до максимальной осевой скорости (ускоренный ход) контролируется СЧПУ.



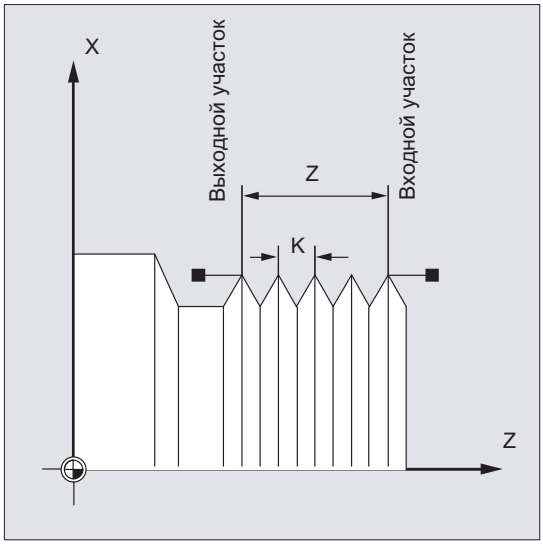
Цилиндрическая резьба

Цилиндрическая резьба описывается через:

- длину резьбы
- шаг резьбы

Длина резьбы вводится с одной из декартовых координат X, Y или Z в абсолютном или составном размере (на токарных станках преимущественно в направлении Z). Дополнительно учитываются входные и выходные участки, на которых подача увеличивается или уменьшается.

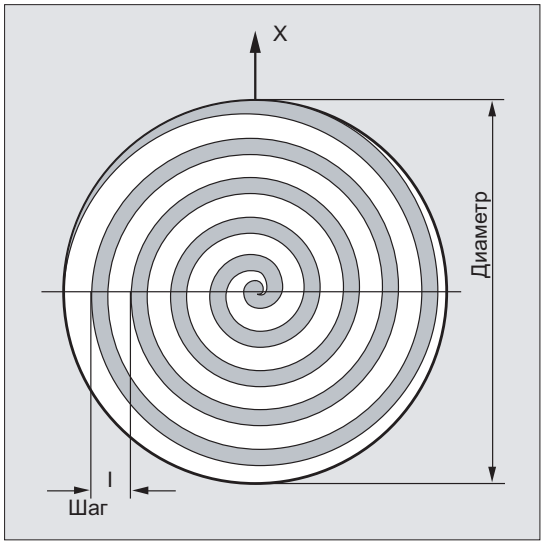
Шаг резьбы вводиться по адресам `I`, `J`, `K` (у токарных станков преимущественно с `K`).



Спиральная резьба

Спиральная резьба описывается через:

- диаметр резьбы (преимущественно в направлении X)
- шаг резьбы (преимущественно с `I`)



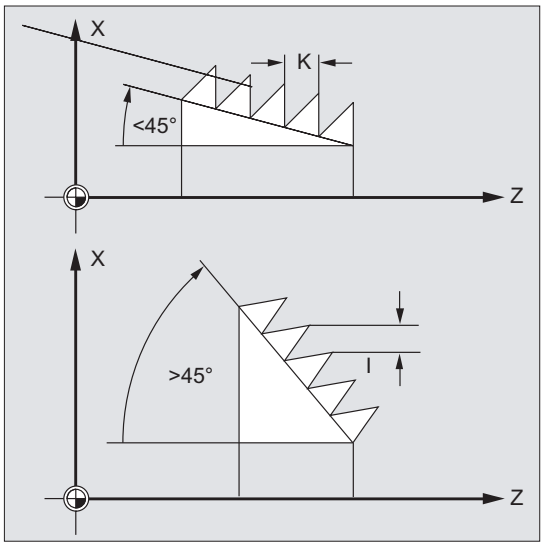
Коническая резьба

Коническая резьба описывается через:

- конечную точку в продольном и поперечном направлении (контур конуса)
- шаг резьбы

Контур конуса вводится в декартовых координатах X, Y, Z в основном или составном размере, при обработке на токарных станках преимущественно в направлении X и Z. Дополнительно учитываются входные и выходные участки, на которых подача увеличивается или уменьшается.

Указание шага зависит от угла конуса (угол между продольной осью и боковой поверхностью конуса):



9.10.2 Запрограммированный входной и выходной участок (DITS, DITE)

Функция

С помощью команд DITS и DITE может быть задана траекторная рампа при разгоне и торможении и тем самым при слишком коротком входе/выходе инструмента подача может быть соответственно согласована:

- Слишком короткий входной участок

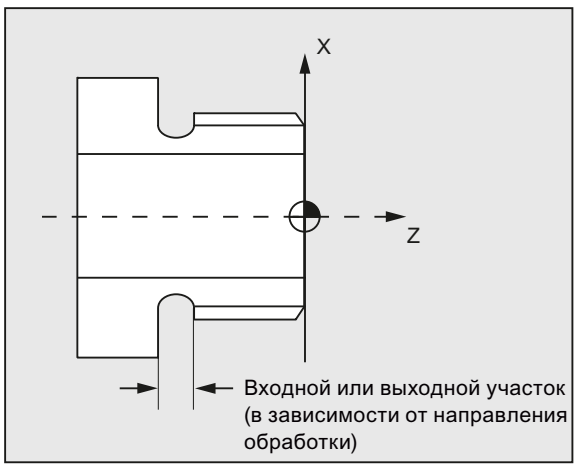
  Из-за буртика на входе резьбы недостаточно места для стартовой рампы инструмента – поэтому она должна быть задана более короткой через DITS.

- Слишком короткие выходной участок

  Из-за буртика на выходе резьбы недостаточно места для рампы торможения инструмента, из-за чего существует **опасность столкновения** между деталью и резцом.

  Рампа торможения инструмента через DITE может быть задана более короткой. Но столкновение все же возможно.

  Решение: запрограммировать более короткую резьбу, уменьшить число оборотов шпинделя.



Синтаксис

```
DITS=<значение>
DITE=<значение>
```

Значение

DITS:	Определить входной участок резьбы
DITE:	Определить выходной участок резьбы
<значение>:	Указание значения для входного или выходного участка
	Диапазон значений: -1, 0, ... n

Примечание

В DITS и DITE программируются исключительно пути, но не позиции.

Примечание

Командам DITS и DITE соответствуют установочные данные SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[0,1], в которые записываются запрограммированные пути. Если перед или в первом кадре резьбы не запрограммирован входной участок/участок торможения, то он определяется из актуального содержания SD42010.

Литература:
Описание функций "Основные функции"; Подачи (V1)

Пример

Программный код	Комментарий
...	
N40 G90 G0 Z100 X10 SOFT M3 S500	
N50 G33 Z50 K5 SF=180 DITS=1 DITE=3	; Начало перешлифовки на Z=53.
N60 G0 X20	

Дополнительная информация

При слишком маленьком входном и/или выходном участке, ось резьбы ускоряется сильнее, чем это предусмотрено в проектировании. Поэтому возникает перегрузка оси по ускорению.

Для входа резьбы в этом случае выводится ошибка 22280 "Слишком короткий запрограммированный входной участок" (при соответствующем проектировании в MD 11411 ENABLE_ALARM_MASK). Ошибка является только информативной и не влияет на выполнение программы обработки детали.

Через MD10710 $MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB можно установить, чтобы записанное из программы обработки детали значение при RESET записывалось бы в соответствующие установочные данные. Тем самым значения сохраняются после Power On.

Примечание

DITE действует на конце резьбы как интервал перешлифовки. Таким образом, достигается плавное изменение движения оси.

При установке кадра с помощью команды DITS и/или DITE в интерполятор запрограммированный в DITS путь передается в установочные данные SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[0], а запрограммированный в DITE путь – в установочные данные SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[1].

Для запрограммированного входного/выходного участка действует актуальная установка указания размеров (дюймовое/метрическое).

9.11 Резьбонарезание с увеличивающимся или уменьшающимся шагом (G34, G35)

Функция

С помощью команд G34 и G35 к функциональности G33была добавлена возможность дополнительного программирования изменения шага резьбы по адресу F. В случае G34 это приводит к линейному увеличению, в случае G35 к линейному уменьшению шага резьбы. Таким образом, команды G34 и G35 могут использоваться для изготовления самонарезающихся резьб.

Синтаксис

Цилиндрическая резьбы с увеличивающимся шагом:
```
G34 Z… K… F...
```

Цилиндрическая резьбы с уменьшающимся шагом:
```
G35 Z… K… F...
```

Спиральная резьбы с увеличивающимся шагом:
```
G34 X… I… F...
```

Спиральная резьбы с уменьшающимся шагом:
```
G35 X… I… F...
```

Коническая резьбы с увеличивающимся шагом:
```
G34 X… Z… K… F...
G34 X… Z… I… F...
```

Коническая резьбы с уменьшающимся шагом:
```
G35 X… Z… K… F...
G35 X… Z… I… F...
```

Значение

G34:	Команда для резьбонарезания с линейно **увеличивающимся** шагом
G35:	Команда для резьбонарезания с линейно **уменьшающимся** шагом
X... Y... Z...:	Конечная(ые) точка(и) в декартовых координатах
I...	Шаг резьбы в направлении X
J...	Шаг резьбы в направлении Y

K... Шаг резьбы в направлении Z

F... Изменение шага резьбы

Если начальный и конечный шаг резьбы известны, то программируемое изменение шага резьбы может быть вычислено по следующей формуле:

Где:

$$F = \frac{k_e^2 - k_a^2}{2 * l_G} \text{ [мм/об}^2 \text{]}$$

k_a: шаг резьбы (шаг резьбы координаты заданной точки) [мм/об]

k_G: начальный шаг резьбы (запрограммирован в I, J или K) [мм/об]

l_G: длина резьбы [мм]

Пример

Программный код	Комментарий
N1608 M3 S10	; Шпиндель вкл.
N1609 G0 G64 Z40 X216	; Подвод к стартовой точке.
N1610 G33 Z0 K100 SF=R14	; Резьбонарезание с постоянным шагом (100 мм/об)
N1611 G35 Z-200 K100 F17.045455	; Уменьшение шага: 17.0454 мм/U2 Шаг на конце кадра: 50мм/об
N1612 G33 Z-240 K50	; Проход кадра резьбы без рывка.
N1613 G0 X218	
N1614 G0 Z40	
N1615 M17	

Литература

Описание функций "Основные функции"; Подачи (V1); глава: "Линейно-прогрессивное/дегрессивное изменение шага резьбы при G34 и G35"

9.12 Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона (G331, G332)

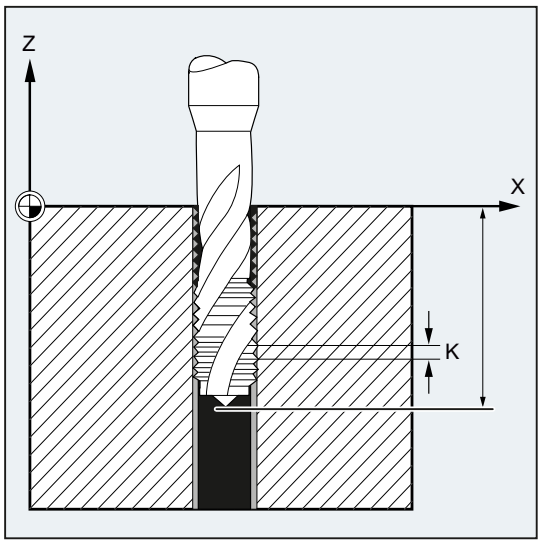
Условие

Техническим условием для нарезания внутренней резьбы без компенсирующего патрона является управляемый по положению шпиндель с системой измерения перемещений.

Функция

Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона программируется с помощью команд `G331` и `G332`. Подготовленный для нарезания внутренней резьбы шпиндель в режиме ориентации с системой измерения перемещения может выполнять следующие движения:

- `G331`: нарезание внутренней резьбы с шагом резьбы в направлении сверления до конечной точки
- `G332`: движение обратного хода с тем же шагом как и `G331`



Правая или левая резьба устанавливается через знак шага:

- Положительный шаг → правый ход (как `M3`)
- Отрицательный шаг → левый ход (как `M4`)

Дополнительно по адресу `S` программируется желаемая скорость.

Синтаксис

```
SPOS=<значение>
G331 S...
G331 X… Y… Z… I… J… K…
G332 X… Y… Z… I… J… K…
```

- Программирование SPOS (или M70) перед обработкой резьбы необходимо только в следующих случаях:
  - Для резьб, изготовляемых многократной обработкой.
  - Для технологических процессов, в которых необходима определенная стартовая позиция резьбы.

  Напротив, при обработке нескольких последовательных резьбы, программирование SPOS (или M70) может быть исключено (преимущество: оптимизация времени).
- Скорость шпинделя должна стоять в отдельном кадре G331 без движения осей перед обработкой резьбы (G331 X… Y… Z… I… J… K…).

Значение

G331:	Команда: Нарезание внутренней резьбы Отверстие описывается глубиной сверления и шагом резьбы. Активность: модально
G332:	Команда: Обратный ход нарезания внутренней резьбы Это движение описывается тем же шагом, что и движение G331. Реверсирование шпинделя осуществляется автоматически. Активность: модально
X... Y... Z...:	Глубина сверления (конечная точка резьбы в декартовых координатах)
I...:	Шаг резьбы в направлении X
J...:	Шаг резьбы в направлении Y
K...:	Шаг резьбы в направлении Z Диапазон значений шага: ±0.001 до 2000.00 мм/оборот

Примечание

После G332 (отвод) с помощью G331 может быть нарезана следующая резьба.

Примечание

Второй блок данных ступеней редуктора

Для достижения эффективного согласования скорости шпинделя и момента двигателя и возможности более быстрого разгона при нарезании внутренней резьбы, в спец. для оси машинных данных может быть предустановлен второй блок данных ступеней редуктора, отличный от первого блока данных ступеней редуктора и также независимый от его порогов переключения скорости, для двух других конфигурируемых порогов переключения (макс. скорость и мин. скорость). Следовать указаниям изготовителя станка.

Литература:
Описание функций "Основные функции"; Шпиндели (S1), глава: " Конфигурируемые настройки редуктора"

Примеры

Пример 1: G331 и G332

Программный код	Комментарий
N10 SPOS[n]=0	; Подготовка нарезания внутренней резьбы.
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Подвод к стартовой точке.
N30 G331 Z-50 K-4 S200	; Нарезание внутренней резьбы, глубина сверления 50, шаг K отрицательный = левое направление вращения шпинделя.
N40 G332 Z3 K-4	; Отвод, автоматическое изменение направления.
N50 G1 F1000 X100 Y100 Z100 S300 M3	; Шпиндель снова работает в шпиндельном режиме.
N60 M30	; Конец программы

Пример 2: Вывод запрограммированной скорости сверления на актуальной ступени редуктора

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; Включается ступень редуктора 1, т.к. запрограммированная скорость шпинделя 500 об/мин лежит в диапазоне от 20 до 1028 об/мин.
...	
N55 SPOS=0	; Точно установить шпиндель.
N60 G331 Z-10 K5 S800	; Изготовление резьбы, скорость шпинделя 800 об/мин на ступени редуктора 1.

Подходящая для запрограммированной скорости шпинделя `S500` ступень редуктора для `M40` определяется из первого блока данных ступеней редуктора.

Запрограммированная скорость сверления, к примеру `S800`, выводится на актуальной ступени редуктора и при необходимости ограничена до макс. скорости ступени редуктора. Автоматическая смена ступеней редуктора после выполнения `SPOS` невозможна. Условием автоматической смены ступеней редуктора является режим управления по скорости шпинделя.

Примечание

Если при скорости шпинделя в 800 об/мин необходимо выбрать ступень редуктора 2, то пороги переключения для макс. и мин. скорости для этого должны быть сконфигурированы в соответствующих машинных данных второго блока данных ступеней редуктора (см. примеры ниже).

Пример 3: Использование второго блока данных ступеней редуктора

Пороги переключения второго блока данных ступеней редуктора для макс. и мин. скорости обрабатываются модально при G331/G332 и программировании значения S для активного мастер-шпинделя. Автоматическая смена ступеней редуктора M40 должна быть активной. Определенная таким образом ступень редуктора сравнивается с активной ступенью редуктора. Если между ними существует различие, то выполняется смена ступеней редуктора.

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; Выбирается ступень редуктора 1
...	
N50 G331 S800	; Мастер-шпиндель со 2-ым блоком данных ступеней редуктора: Выбирается ступень редуктора 2
N55 SPOS=0	; Точно установить шпиндель.
N60 G331 Z-10 K5	; Выполнить нарезание внутренней резьбы, разгон шпинделя из 2-ого блока данных ступеней редуктора.

Пример 4: Скорость не программируется → контроль ступени редуктора

Если при использовании второго блока данных ступеней редуктора с G331 скорость не программируется, то резьба изготовляется с последней запрограммированной скоростью. Смена ступеней редуктора не выполняется. Но в этом случае контролируется, лежит ли последняя запрограммированная скорость в заданном диапазоне скорости (пороги переключения для макс. и мин. скорости) активной ступени редуктора. В ином случае сигнализируется ошибка 16748.

Программный код	Комментарий
N05 M40 S800	; Выбирается ступень редуктора 1, первый блок данных ступеней редуктора активен.
...	
N55 SPOS=0	
N60 G331 Z-10 K5	; Контроль скорости шпинделя 800 об/мин с блоком данных ступеней редуктора 2: Должна была быть активна ступень редуктора 2, сигнализируется ошибка 16748.

Пример 5: Смена ступеней редуктора невозможна → контроль ступени редуктора

Если при использовании второго блока данных ступеней редуктора в кадре `G331` дополнительно к геометрии программируется скорость шпинделя, то, если скорость выходит за пределы заданного диапазона скоростей (пороги переключения для макс. и мин. скорости) активной ступени редуктора, смена ступеней редуктора не может быть выполнена, т.к. в этом случае не было бы выдержано движение по траектории шпинделя и оси(ей) подачи.

Как и в примере выше, в кадре `G331`контролируется скорость и ступень редуктора и при необходимости сигнализируется ошибка 16748.

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; Выбирается ступень редуктора 1
...	
N55 SPOS=0	
N60 G331 Z-10 K5 S800	; Смена ступеней редуктора невозможна, контроль скорости шпинделя 800 об/мин с блоком данных ступеней редуктора 2: Должна была быть активна ступень редуктора 2, сигнализируется ошибка 16748.

Пример 6: Программирование без SPOS

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; Выбирается ступень редуктора 1
...	
N50 G331 S800	; Мастер-шпиндель со 2-ым блоком данных ступеней редуктора: Выбирается ступень редуктора 2
N60 G331 Z-10 K5	; Изготовить резьбу, разгон шпинделя из 2-ого блока данных ступеней редуктора.

Резьбовая интерполяция для шпинделя начинается от актуальной позиции, которая зависит от обработанной прежде области программы обработки детали, к примеру, если была выполнена смена ступеней редуктора. Поэтому дополнительная обработка резьбы может стать невозможной.

Примечание

Учитывать, что при обработке с несколькими шпинделями сверлильный шпиндель должен быть и мастер-шпинделем. Через программирование `SETMS(<номер шпинделя>)` сверлильный шпиндель может быть назначен мастер-шпинделем.

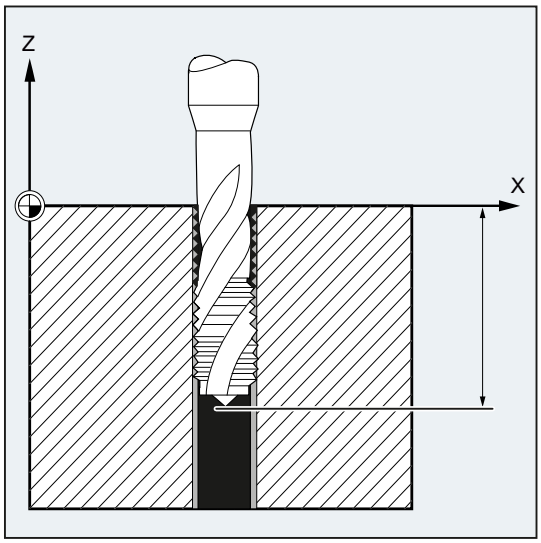
9.13 Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном (G63)

Функция

С помощью G63 можно нарезать резьбу с компенсирующим патроном.
Программируются:

- глубина сверления в декартовых координатах
- Скорость и направление вращения шпинделя
- подача

Компенсирующий патрон компенсирует возникающие разницы хода.



Движение отвода

Программируется также с помощью G63, но с противоположным направлением вращения шпинделя.

Синтаксис

```
G63 X… Y… Z…
```

Значение

G63:	Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном
X... Y... Z...:	Глубина сверления (конечная точка) в декартовых координатах

Примечание

G63 действует покадрово.

После кадра с запрограммированной G63 последняя запрограммированная команда интерполяции G0, G1, G2… снова активна.

Скорость подачи

Примечание

Запрограммированная подача должна соответствовать соотношению скорости и шага резьбы метчика.

Эмпирическая формула:

Подача F в мм/мин = скорость шпинделя S в об/мин * шаг резьбы в мм/об

Как переключатель коррекции подачи, так и переключатель коррекции скорости шпинделя с помощью `G63` фиксировано устанавливаются на 100%.

Пример

В этом примере должна быть нарезана внутренняя резьба M5. Шаг резьбы M5 составляет 0,8 (по таблице).

При выбранной скорости 200 об/мин подача F составляет 160 мм/мин.

Программный код	Комментарий
`N10 G1 X0 Y0 Z2 S200 F1000 M3`	`; Подвод к стартовой точке, включение шпинделя`
`N20 G63 Z-50 F160`	`; Нарезание внутренней резьбы, глубина сверления 50.`
`N30 G63 Z3 M4`	`; Обратный ход, запрограммированное реверсирование.`
`N40 M30`	`; Конец программы`

9.14 Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)

Функция

Функция "Быстрый обратный ход для резьбонарезания (G33)" обеспечивает неразрушающее прерывание резьбонарезания при:

- NC-Stop/NC-RESET
- Включение быстрого входа (см. главу "Быстрый отвод от контура" в руководстве по программированию "Расширенное программирование")

Движение обратного хода на определенную переходную позицию может быть запрограммировано через:

- Указание длины пути обратного хода и направления обратного хода

  или

- Указание абсолютной переходной позиции

Быстрый обратный ход **не** может использоваться для нарезания внутренней резьбы (`G331`/`G332`).

Синтаксис

Быстрый обратный ход для резьбонарезания с указанием пути и направления обратного хода:

```
G33 ... LFON DILF=<значение> LFTXT/LFWP ALF=<значение>
```

Быстрый обратный ход для резьбонарезания с указанием абсолютной переходной позиции:

```
POLF[<имя гео-оси>/<имя оси станка>]=<значение> LFPOS
POLFMASK/POLFMLIN(<имя оси1>,<имя оси2>,...)
G33 ... LFON
```

Блокировать быстрый обратный ход для резьбонарезания:

```
LFOF
```

Значение

`LFON`:	Разрешить быстрый обратный ход для резьбонарезания (`G33`)
`LFOF`:	Блокировать быстрый обратный ход для резьбонарезания (`G33`)
`DILF=` :	Определить длину пути обратного хода Предустановленное через конфигурирование MD (MD21200 $MC_LIFTFAST_DIST) значение может быть изменено в программе обработки детали через программирование `DILF`. **Указание:** После NC-RESET всегда активно сконфигурированное значение MD.

LFTXT
LFWP:

Направление обратного хода в комбинации с ALF управляется с помощью функций G LFTXT и LFWP.

LFTXT: Плоскость, в которой осуществляется движение обратного хода, вычисляется из касательной к траектории и направления инструмента (стандартная установка).

LFWP: Плоскость, в которой осуществляется движение обратного хода, является активной рабочей плоскостью.

ALF= :

В плоскости движения обратного хода с помощью ALF программируется направление с дискретным шагом в градусах.

При LFTXT для ALF=1 установлен обратный ход в направлении инструмента.

При LFWP направление в рабочей плоскости получается согласно следующему согласованию:

- G17 (плоскость X/Y)

  ALF=1 ; обратный ход в направлении X

  ALF=3 ; обратный ход в направлении Y
- G18 (плоскость Z/X)

  ALF=1 ; обратный ход в направлении Z

  ALF=3 ; обратный ход в направлении X
- G19 (плоскость Y/Z)

  ALF=1 ; обратный ход в направлении Y

ALF=3 ; обратный ход в направлении Z

Литература:
Касательно возможностей программирования с ALF см. также главу "Направление перемещения при быстром отводе от контура" в Руководстве по программированию "Расширенное программирование".

LFPOS:

Обратный ход названной с помощью POLFMASK или POLFMLIN оси на запрограммированную с POLF абсолютную позицию оси.

POLFMASK:

Разрешение осей (<имя оси1>,<имя оси1>,...) для независимого обратного хода на абсолютную позицию

POLFMLIN:

Разрешение осей для обратного хода на абсолютную позицию в линейной связи

Указание:
Линейная связь, в зависимости от динамических характеристик всех участвующих осей, не всегда может быть установлена до достижения позиции отвода.

POLF[]: Определить абсолютную переходную позицию для указанной в индексе гео-оси или оси станка

Активность: модально

=<значение>: Для гео-осей присвоенное значение интерпретируется как позиция в системе координат детали (WCS), для осей станка как позиция в системе координат станка (MCS).

Присваивание значений может быть запрограммировано и как указание составного размера:
=IC<значение>

Примечание

LFON или LFOF всегда могут быть запрограммированы, но обработка осуществляется исключительно при резьбонарезании (G33).

Примечание

POLF с POLFMASK/POLFMLIN не ограничиваются использованием при резьбонарезании.

Примеры

Пример 1: Разрешить быстрый обратный ход для резьбонарезания

Программный код	Комментарий
N55 M3 S500 G90 G18	; Активная плоскость обработки
...	; Переход к стартовой позиции
N65 MSG ("Резьбонарезание")	; Подача инструмента
MM_THREAD:	
N67 $AC_LIFTFAST=0	; Сбросить перед началом резьбы.
N68 G0 Z5	
N68 X10	
N70 G33 Z30 K5 LFON DILF=10 LFWP ALF=7	; Разрешить быстрый обратный ход для резьбонарезания. Путь обратного хода =10мм Переходная плоскость Z/X (из-за G18) Направление обратного хода: -X (с ALF=3: направление обратного хода +X)
N71 G33 Z55 X15	
N72 G1	; Отмена резьбонарезания.
N69 IF $AC_LIFTFAST GOTOB MM_THREAD	; Если резьбонарезание было прервано.
N90 MSG("")	
...	
N70 M30	

Пример 2: Выключение быстрого обратного хода перед нарезанием внутренней резьбы

```
Программный код                    Комментарий
N55 M3 S500 G90 G0 X0 Z0
...
N87 MSG ("Нарезание внутренней
резьбы")
N88 LFOF                           ; Выключение быстрого обратного хода перед
                                     нарезанием внутренней резьбы.
N89 CYCLE...                       ; Цикл нарезания внутренней резьбы с G33.
N90 MSG ("")
...
N99 M30
```

Пример 3: Быстрый обратный ход на абсолютную переходную позицию

При останове траекторная интерполяция X подавляется и вместо нее интерполируется движение с макс. скоростью на позицию POLF[X]. Движение других осей продолжает определяться запрограммированным контуром или шагом резьбы и скоростью шпинделя.

```
Программный код                    Комментарий
N10 G0 G90 X200 Z0 S200 M3
N20 G0 G90 X170
N22 POLF[X]=210 LFPOS
N23 POLFMASK(X)                    ; Активация (разрешение) быстрого отвода оси X.
N25 G33 X100 I10 LFON
N30 X135 Z-45 K10
N40 X155 Z-128 K10
N50 X145 Z-168 K10
N55 X210 I10
N60 G0 Z0 LFOF
N70 POLFMASK()                     ; Блокировать отвод для всех осей.
M30
```

9.15 Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

Функция

Углы контура в пределах активной рабочей плоскости могут быть выполнены как закругление или фаска.

Для оптимизации качества поверхности для снятия фаски/закругление может быть запрограммирована собственная подача. Если подача не программируется, то действует обычная подача по траектории F.

С помощью функции "Модальное закругление" возможно последовательное однотипное закругление нескольких углов контура.

Синтаксис

Снятие фаски угла контура:

```
G... X... Z... CHR/CHF=<значение> FRC/FRCM=<значение>
G... X... Z...
```

Закругление угол контура:

```
G... X... Z... RND=<значение> FRC=<значение>
G... X... Z...
```

Модальное закругление:

```
G... X... Z... RNDM=<значение> FRCM=<значение>
...
RNDM=0
```

Примечание

Технология (подача, тип подачи, команды M ...) для снятия фаски/закругления берется в зависимости от установки бита 0 в машинных данных MD20201 $MC_CHFRND_MODE_MASK (параметры фаски/закругления) либо из предшествующего, либо из следующего кадра. Рекомендуемой установкой является получение из предшествующего кадра (бит 0 = 1).

Значение

`CHF=…` : Снятие фасок угла контура

`<значение>`: Длина фаски (единица измерения согласно G70/G71)

`CHR=…` : Снятие фасок угла контура

`<значение>`: Ширина фаски в первоначальном направлении движения (единица измерения согласно G70/G71)

`RND=…` : Закругление угла контура

`<значение>`: Радиус закругления (единица измерения согласно G70/G71)

`RNDM=…` : Модальное закругление (однотипное закругление нескольких последовательных углов контура)

`<значение>`: Радиус закруглений (единица измерения согласно G70/G71)

С `RNDM=0` модальное закругление отключается.

`FRC=…` : Действующая покадрово подача для снятия фаски/закругления

`<значение>`: Скорость подачи в мм/мин (при активной G94) или мм/об (при активной G95)

`FRCM=…` : Действующая модально подача для снятия фаски/закругления

`<значение>`: Скорость подачи в мм/мин (при активной G94) или мм/об (при активной G95)

С `FRCM=0` действующая модально подача для снятия фаски/закругления отключается и активна запрограммированная в F подача.

Примечание

Фаска/закругление

Если запрограммированные значения для фаски (CHF/CHR) или закругления (RND/RNDM) для участвующих элементов контура слишком велики, то фаска или закругление автоматически уменьшается до соответствующего значения.

Фаска/закругление не вставляется, если:

- линейный или круговой контур отсутствует в плоскости.
- движение происходит вне плоскости.
- осуществляется смена плоскости.
- превышено установленное в машинных данных количество кадров, не содержащих информации для перемещения (к примеру, только выводы команд).

Примечание

FRC/FRCM

FRC/FRCM не действует, если фаска перемещается с G0; программирование возможно в соответствии со значением F без сообщения об ошибке.

FRC действует только тогда, когда в кадре запрограммирована и фаска/закругление, или была активирована RNDM.

FRC переписывает в актуальном кадре значение F или FRCM.

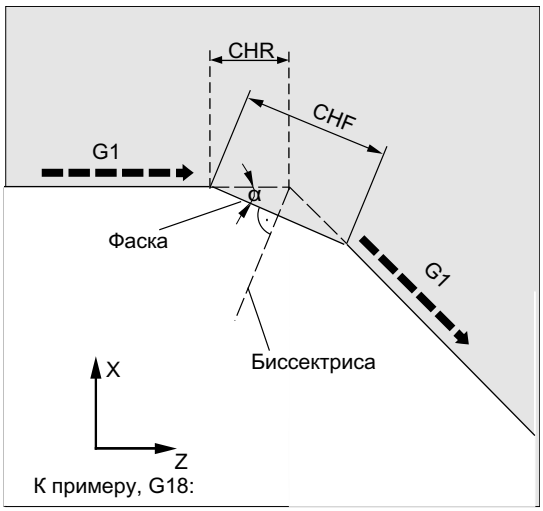
Запрограммированная в FRC подача должна быть больше нуля.

FRCM=0 активирует для снятия фаски/закругления запрограммированную в F подачу.

Если запрограммирована FRCM, то эквивалентно F значение FRCM при переходе G94 ↔ G95 и т.п. должно быть запрограммировано заново. Если заново программируется только F, и перед переключением типа подачи FRCM > 0, то следует сообщение об ошибке.

Примеры

Пример 1: Снятие фаски между двумя прямыми



- MD20201 Бит 0 = 1 (получение из предшествующего кадра)
- G71 активна.
- Ширина фаски в направлении движения (CHR) должна составить 2 мм, подача для снятия фасок 100 мм/мин.

Возможно два способа программирования:

- Программирование с CHR

Программный код

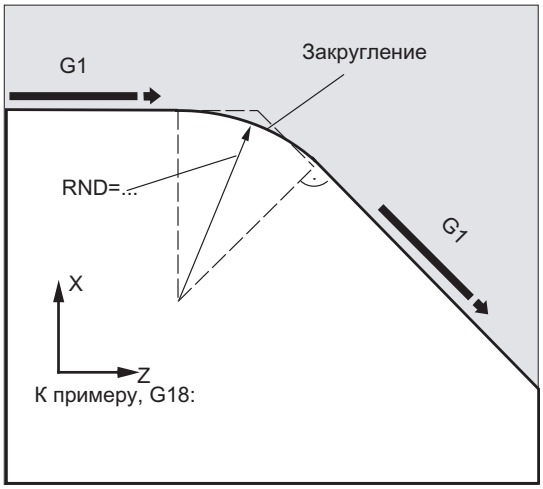
```
...
N30 G1 Z… CHR=2 FRC=100
N40 G1 X…
...
```

- Программирование с CHF

Программный код

```
...
N30 G1 Z… CHF=2(cosα*2) FRC=100
N40 G1 X…
...
```

Пример 2: Закругление между двумя прямыми



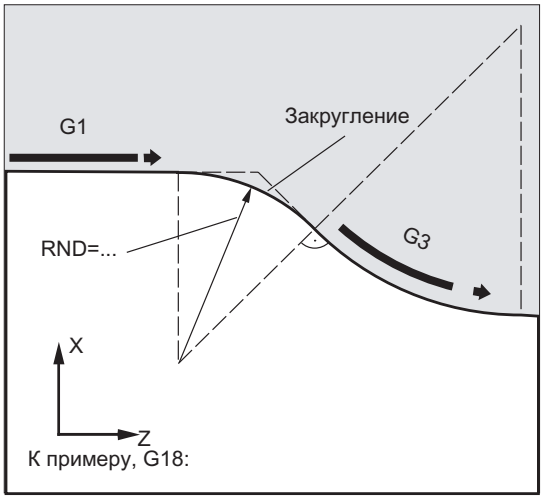
- MD20201 Бит 0 = 1 (получение из предшествующего кадра)
- G71 активна.
- Радиус закругления должен быть 2 мм, подача для закругления 50 мм/мин.

Программный код

```
...
N30 G1 Z… RND=2 FRC=50
N40 G1 X…
...
```

Пример 3: Закругление между прямой и окружностью

Между линейными и круговыми контурами в любой комбинации с помощью функции RND с тангенциальным примыкания может быть вставлен элемент кругового контура.



- MD20201 Бит 0 = 1 (получение из предшествующего кадра)
- G71 активна.
- Радиус закругления должен быть 2 мм, подача для закругления 50 мм/мин.

Программный код

```
...
N30 G1 Z… RND=2 FRC=50
N40 G3 X… Z… I… K…
...
```

Пример 4: Модальное закругление для снятия грата острых кромок детали

```
Программный код                    Комментарий
...
N30 G1 X… Z… RNDM=2 FRCM=50        ; Включить модальное закругление.
                                     Радиус закругления: 2мм
                                     Подача для закругления: 50 мм/мин
N40...
N120 RNDM=0                        ; Выключить модальное закругление.
...
```

Пример 5: Получение технологии из последующего или предшествующего кадра

- MD20201 Бит 0 = 0: Получение из последующего кадра (стандартная установка!)

```
Программный код                    Комментарий
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                   ; Фаска N20-N30 с F=100 мм/мин
N30 Y10 CHF=4                      ; Фаска N30-N40 с FRC=200 мм/мин
N40 X20 CHF=3 FRC=200              ; Фаска N40-N60 с FRCM=50 мм/мин
N50 RNDM=2 FRCM=50
N60 Y20                            ; Модальное закругление N60-N70 с FRCM=50 мм/мин
N70 X30                            ; Модальное закругление N70-N80 с FRCM=50 мм/мин
N80 Y30 CHF=3 FRC=100              ; Фаска N80-N90 с FRC=100 мм/мин
N90 X40                            ; Модальное закругление N90-N100 с F=100 мм/мин
                                     (выключение FRCM)
N100 Y40 FRCM=0                    ; Модальное закругление N100-N120 с G95 FRC=1 мм/
                                     оборот
N110 S1000 M3
N120 X50 G95 F3 FRC=1
...
M02
```

- MD20201 Бит 0 = 1: Получение из предшествующего кадра (рекомендуемая установка!)

```
Программный код                    Комментарий
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                   ; Фаска N20-N30 с F=100 мм/мин
N30 Y10 CHF=4 FRC=120              ; Фаска N30-N40 с FRC=120 мм/мин
N40 X20 CHF=3 FRC=200              ; Фаска N40-N60 с FRC=200 мм/мин
N50 RNDM=2 FRCM=50
N60 Y20                            ; Модальное закругление N60-N70 с FRCM=50 мм/мин
N70 X30                            ; Модальное закругление N70-N80 с FRCM=50 мм/мин
N80 Y30 CHF=3 FRC=100              ; Фаска N80-N90 с FRC=100 мм/мин
N90 X40                            ; Модальное закругление N90-N100 с FRCM=50 мм/мин
```

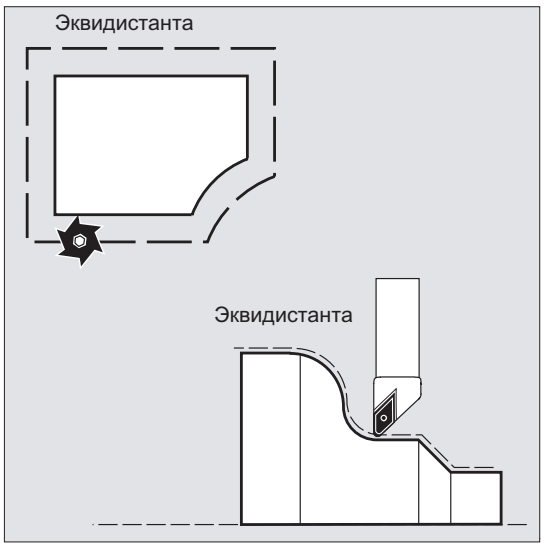
Программный код	Комментарий
N100 Y40 FRCM=0	; Модальное закругление N100-N120 с F=100 мм/мин
N110 S1000 M3	
N120 X50 CHF=4 G95 F3 FRC=1	; Фаска N120-N130 с G95 FRC=1 мм/оборот
N130 Y50	; Модальное закругление N130-N140 с F=3 мм/оборот
N140 X60	
...	
M02	

Коррекции радиуса инструмента 10

10.1 Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN)

Функция

При включенной коррекции радиуса инструмента (КРИ) СЧПУ автоматически вычисляет для различных инструментов соответствующие эквидистантные ходы инструмента.



Синтаксис

```
G0/G1 X... Y… Z... G41/G42 [OFFN=<значение>]
...
G40 X... Y… Z...
```

Значение

G41:	Включить КРИ с направлением обработки **слева** от контура
G42:	Включить КРИ с направлением обработки **справа** от контура
OFFN=<значение>:	Припуск к запрограммированному контуру (смещение нормального контура) (опция) К примеру, для создания эквидистантных траекторий для получистовой обработки.
G40:	Выключить КРИ

Примечание

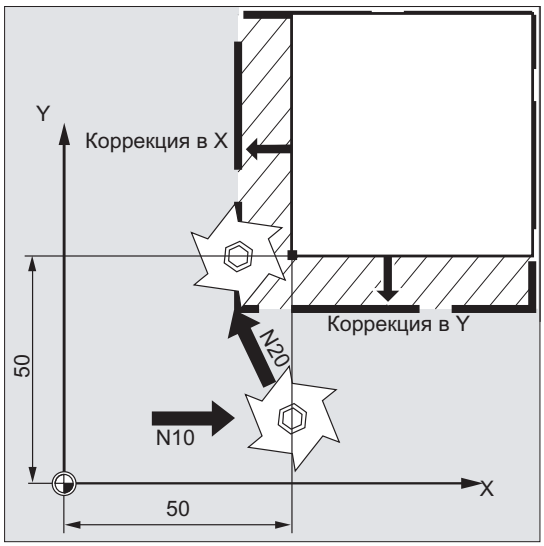
В кадре ЧПУ с `G40`/`G41`/`G42` должна быть активна `G0` или `G1` и указана как минимум одна ось выбранной рабочей плоскости.

Если при включении указывается только одна ось, то последняя позиция второй оси автоматически дополняется и перемещение осуществляется в **обоих** осях.

Обе оси должны быть активны в канале в качестве гео-осей. Это может быть обеспечено программированием `GEOAX`.

Примеры

Пример 1: Фрезерование

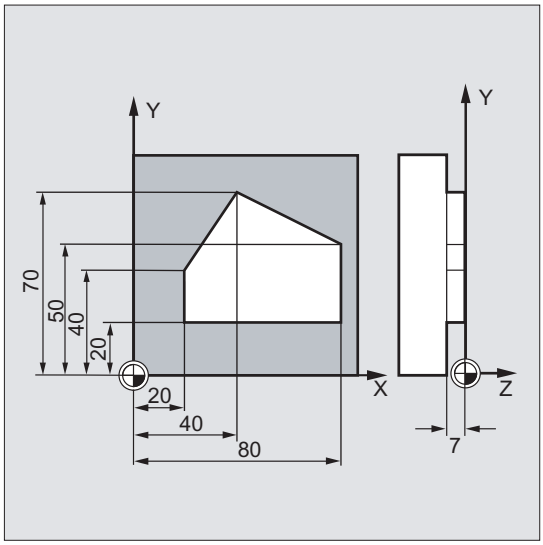


Программный код	Комментарий
`N10 G0 X50 T1 D1`	`; Включается только коррекция длин инструмента. Подвод к X50 осуществляется без коррекции.`
`N20 G1 G41 Y50 F200`	`; Включается коррекция радиуса, подвод к точке X50/Y50 осуществляется с коррекцией.`
`N30 Y100`	
…	

Пример 2: "Классический" принцип действий на примере фрезерования

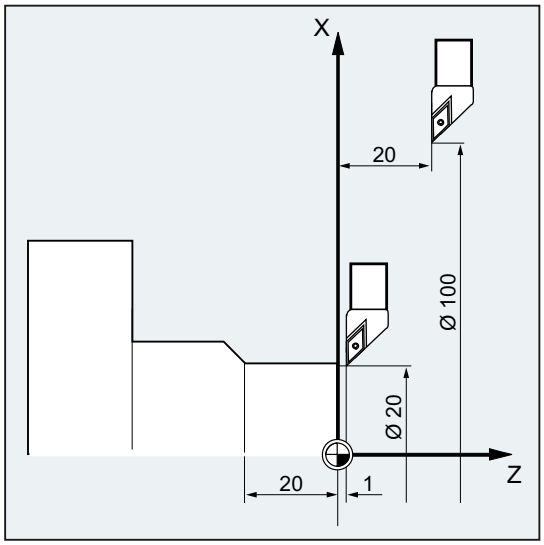
"Классический" принцип действий:

1. Вызов инструмента
2. Установить инструмент.
3. Включить рабочую плоскость и коррекцию радиуса инструмента.



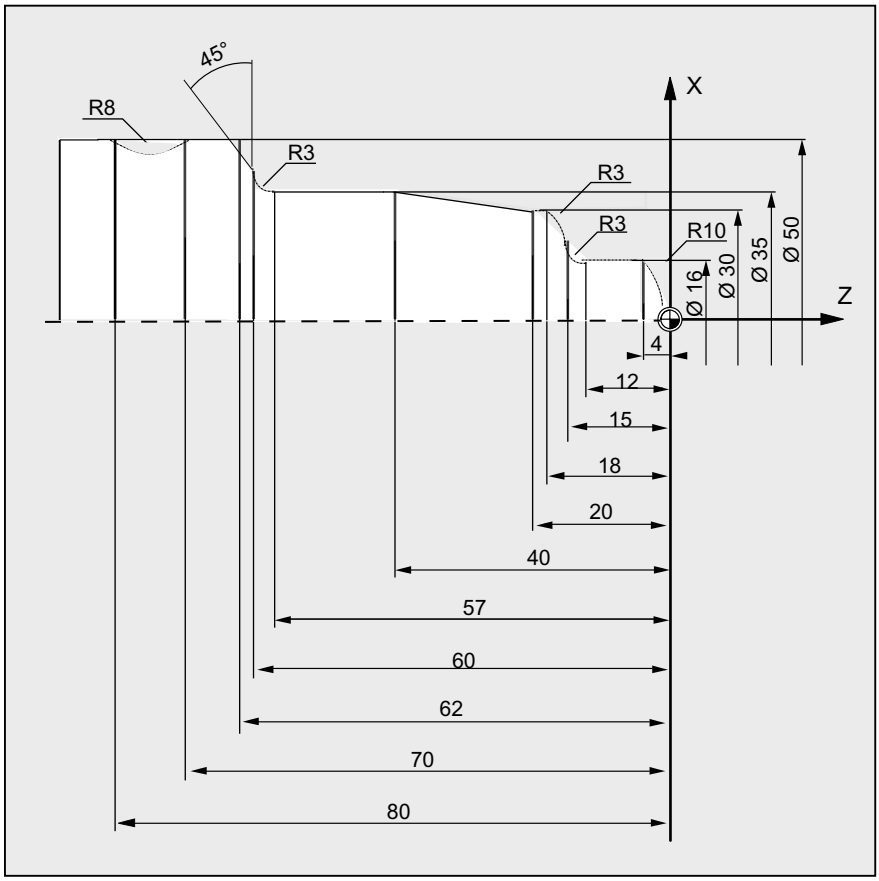
Программный код	Комментарий
N10 G0 Z100	; Свободный ход для смены инструмента.
N20 G17 T1 M6	; Смена инструмента
N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1	; Вызов значений коррекции инструмента, выбор коррекции длин.
N40 Z-7 F500	; Подача инструмента.
N50 G41 X20 Y20	; Включение коррекции радиуса инструмента, инструмент работает слева от контура.
N60 Y40	; Фрезерование контура.
N70 X40 Y70	
N80 X80 Y50	
N90 Y20	
N100 X20	
N110 G40 G0 Z100 M30	; Свободный ход инструмента, конец программы.

Пример 3: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
…	
N20 T1 D1	; Включается только коррекция длин инструмента.
N30 G0 X100 Z20	; Подвод к X100 Z20 без коррекции.
N40 G42 X20 Z1	; Включается коррекция радиуса, подвод к точке X20/Z1 осуществляется с коррекцией.
N50 G1 Z-20 F0.2	
…	

Пример 4: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Стартовая точка
N10 TRANS X0 Z250	; Смещение нулевой точки
N15 LIMS=4000	; Ограничение скорости (G96)
N20 G96 S250 M3	; Выбор постоянной подачи
N25 G90 T1 D1 M8	; Выбор инструмента и коррекции
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Обтачивание радиуса 10
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Обтачивание радиуса 3
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	

Программный код	Комментарий
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Отключение коррекции радиуса инструмента и подвод к точке смены инструмента
N100 T2 D2	; Вызов инструмента и выбор коррекции
N105 G96 S210 M3	; Выбор постоянной скорости резания
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N115 G1 Z-70 F0.12	; Обтачивание диаметра 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Обтачивание радиуса 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Отвод инструмента и выключение коррекции радиуса инструмента
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Переход к точке смены инструмента
N135 M30	; Конец программы

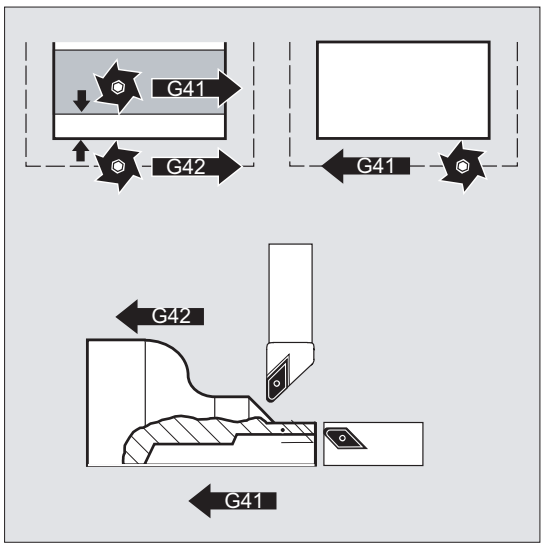
Дополнительная информация

Для вычисления ходов инструмента СЧПУ необходима следующая информация:

- Номер инструмента (T...), номер резца (D...)
- Направление обработки (G41, G42)
- Рабочая плоскость (G17/G18/G19)

Номер инструмента (T...), номер резца (D...)

Из радиусов фрез или радиусов резцов и данных по положению резцов вычисляется расстояние между траекторией инструмента и контуром детали.



При плоской структуре D-Nr должен программироваться только номер D.

Направление обработки (G41, G42)

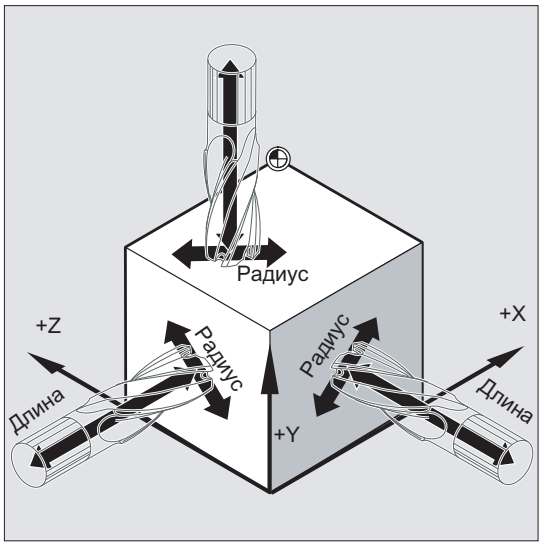
Исходя из этого СЧПУ определяет направление, в котором должна смещаться траектория инструмента.

Примечание

Отрицательное значение коррекции идентично смене стороны коррекции (`G41 ↔ G42`).

Рабочая плоскость (G17/G18/G19)

Исходя из этого СЧПУ определяет плоскость и тем самым осевые направления, в которых осуществляется коррекция.



Пример: Фрезерный инструмент

Программный код	Комментарий
...	
N10 G17 G41 …	; Коррекция радиуса инструмента осуществляется в плоскости X/Y, коррекция длин инструмента в направлении Z.
...	

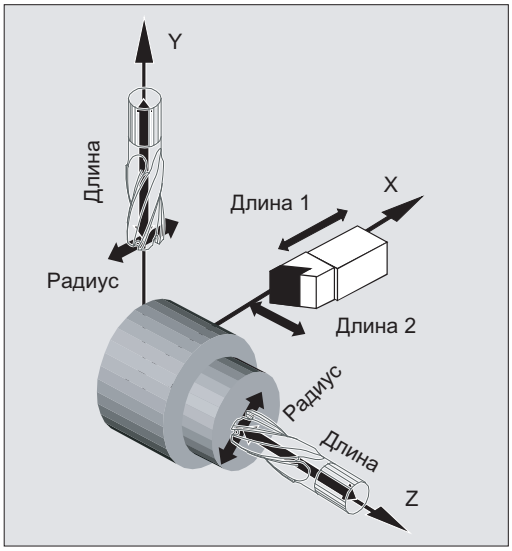
Примечание

У 2-х осевых станков коррекция радиуса инструмента возможна только в "реальных" плоскостях, как правило, для `G18`.

Коррекция длин инструмента

Согласованный при выборе инструмента оси диаметра параметр износа может быть определен через машинные данные как значение диаметра. При последующей смене плоскостей это согласование не изменяется автоматически. Для этого после смены плоскостей инструмент должен быть выбран заново.

Токарная обработка:



С NORM и KONT можно установить траекторию инструмента при включении и выключении режима коррекции (см. "Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) [Страница 287]").

Точка пересечения

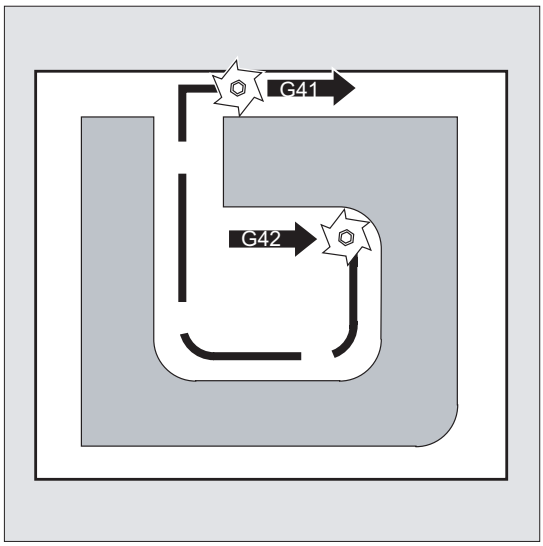
Выбор точки пересечения осуществляется через установочные данные:

SD42496 $SC_CUTCOM_CLSD_CONT (поведение коррекции радиуса инструмента при замкнутом контуре)

Величина	Значение
FALSE	Если в случае (практически) замкнутого контура, состоящего из двух последовательных круговых кадров или одного кругового и одного линейного кадра, получается две точки пересечения при коррекции на внутренней стороне, то стандартно выбирается точка пересечения, расположенная на первом подконтуре ближе к концу кадра. Контур рассматривается как (практически) замкнутый в том случае, когда расстояние между стартовой точкой первого кадра и конечной точкой второго кадра меньше, чем 10 % эффективного радиуса коррекции, но не больше, чем 1000 дискрет (соответствует 1 мм при 3 позициях после запятой).
TRUE	В ситуации, идентичной описанной выше, выбирается точка пересечения, которая на первом подконтуре лежит ближе к началу кадра.

Смена направления коррекции (G41 ↔ G42)

Смена направления коррекции (G41 ↔ G42) может быть запрограммирована без промежуточной G40.



Смена рабочей плоскости

Смена рабочей плоскости (G17/G18/G19) при включенной G41/G42**не** возможна.

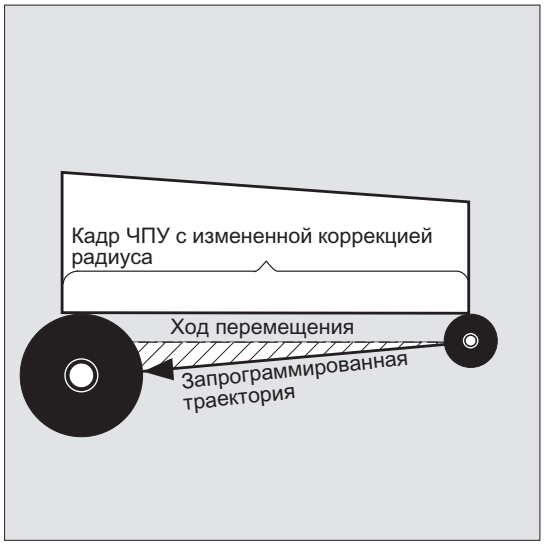
Смена блока данных коррекции инструмента (D...)

Блок данных коррекции инструмента может быть переключен в режиме коррекции.

Измененный радиус инструмента начинает действовать уже с того кадра, в котором стоит новый номер D.

ВНИМАНИЕ
Изменение радиуса или компенсационное движение растягивается на весь кадр и достигает нового эквидистантного расстояния только в запрограммированной конечной точке.

При линейных движениях инструмент движется по наклонной траектории между начальной и конечной точкой:



При круговых интерполяций возникают спиральные движения.

Изменение радиуса инструмента

Изменение возможно, к примеру, через системные переменные. Для процесса действуют те же правила, что и для смены блока данных коррекции инструмента (D...).

ВНИМАНИЕ
Измененные значения начинают действовать после повторного программирования T или D. Изменение действует только в следующем кадре.

Режим коррекции

Режим коррекции может быть прерван только определенным количеством следующих друг за другом кадров или команд M, не содержащих команд движения или характеристик перемещения в плоскости коррекции.

Примечание

Количество следующих друг за другом кадров или команд M может устанавливаться через машинные данные (см. указания изготовителя станка!).

Примечание

Кадр с ходом траектории ноль также считается прерыванием!

10.2 Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT)

Функция

С помощью команд NORM, KONT, KONTC или KONTT при включенной коррекции радиуса инструмента (G41/G42) путь подвода и отвода инструмента может быть согласован с желаемым ходом контура или с формой заготовки.

С KONTC или KONTT условия постоянства соблюдаются во всех трех осях. Тем самым допускается одновременное программирование компонента хода вертикально к плоскости коррекции.

Условие

Команды KONTC и KONTT доступны только при разрешении в СЧПУ опции "Полиномиальная интерполяция".

Синтаксис

```
G41/G42 NORM/KONT/KONTC/KONTT X... Y... Z...
...
G40 X... Y... Z...
```

Значение

NORM:	Включить точный подвод/отвод по прямой Инструмент устанавливается точно вертикально к точке контура.
KONT:	Включить подвод/отвод с обходом начальной/конечной точки согласно запрограммированному поведению на углах G450 или G451
KONTC:	Включить стабильный по кривизне подвод/отвод
KONTT:	Включить подвод/отвод с постоянным касанием

Примечание

В качестве оригинальных кадров подвода/отвода для KONTC и KONTT разрешены только кадры G1. Они заменяются СЧПУ полиномами для соответствующей траектории подвода/отвода.

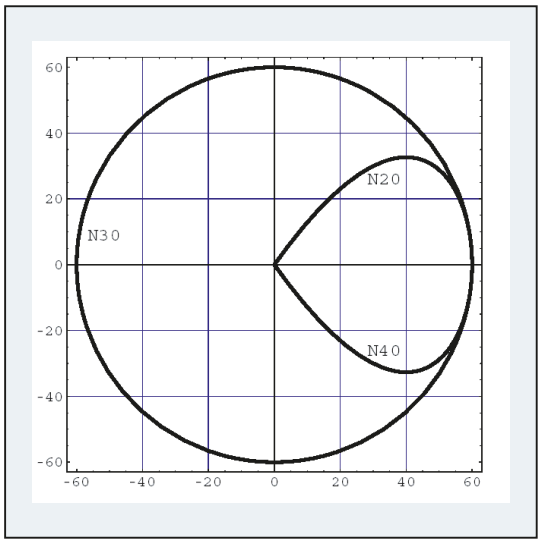
Граничные условия

KONTT и KONTC недоступны для вариантов 3D коррекции радиуса инструмента (CUT3DC, CUT3DCC, CUT3DF). Если они все же программируются, то внутри СЧПУ без сигнализации ошибки происходит переключение на NORM.

Пример

KONTC

Подвод к полной окружности, начиная из центра окружности. При этом в конечной точке кадра подвода направление и радиус изгиба идентичны значениям следующей окружности. Подача в обоих кадрах подвода/отвода осуществляется одновременно в направлении Z. Следующий рисунок показывает вертикальную проекцию траектории инструмента:

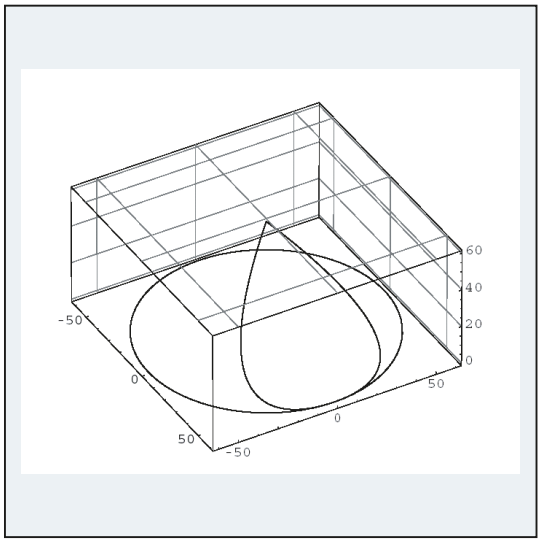


Изображение 10-1 Вертикальная проекция

Соответствующая часть программы ЧПУ выглядит следующим образом:

Программный код	Комментарий
$TC_DP1[1,1]=121	; Фреза
$TC_DP6[1,1]=10	; Радиус 10 мм
N10 G1 X0 Y0 Z60 G64 T1 D1 F10000	
N20 G41 KONTC X70 Y0 Z0	; Подвод
N30 G2 I-70	; Полная окружность
N40 G40 G1 X0 Y0 Z60	; Отвод
N50 M30	

Одновременно для согласования изгиба с круговой траекторией полной окружности происходит перемещение с Z60 на плоскость окружности Z0:



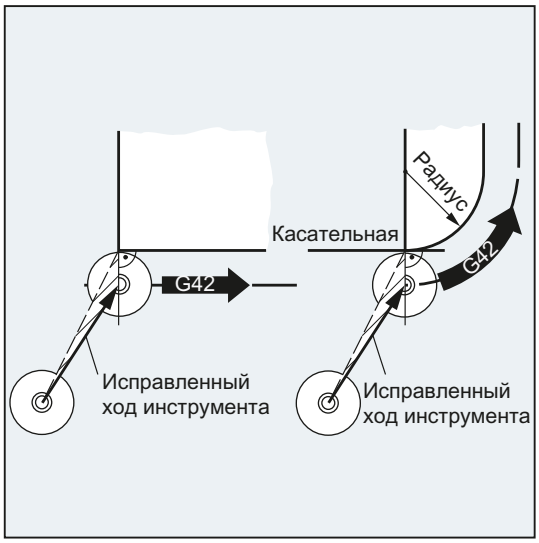
Изображение 10-2 Представление в пространстве

Дополнительная информация

Подвод/отвод с NORM

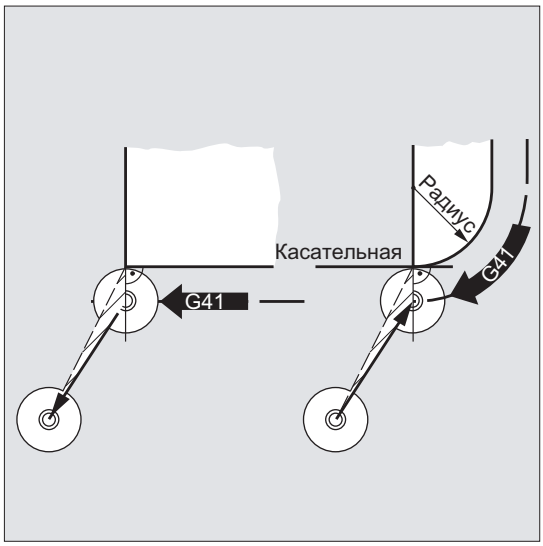
1. Подвод:

   При включенной NORM инструмент движется точно по прямой к исправленной стартовой позиции (независимо от заданного через запрограммированное движение перемещения угла подвода) и устанавливается в начальной точке точно вертикально к касательной к траектории:

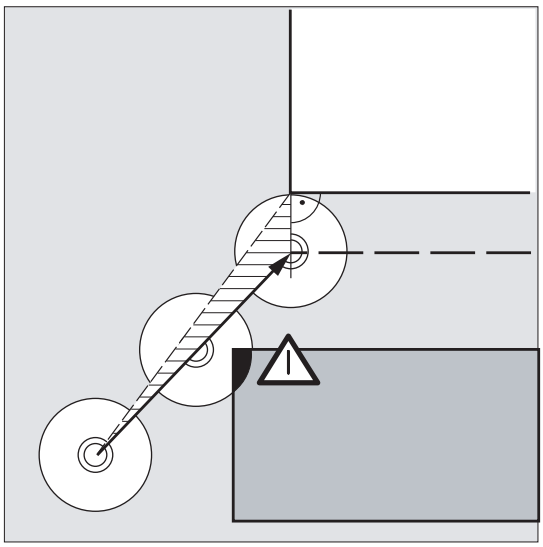


2. Отвод:

   Инструмент стоит в вертикальной позиции к последней исправленной конечной точке траектории и движется после этого (независимо от заданного через запрограммированное движение перемещения угла подвода) точно по прямой к следующей, неисправленной позиции, к примеру, к точке смены инструмента:



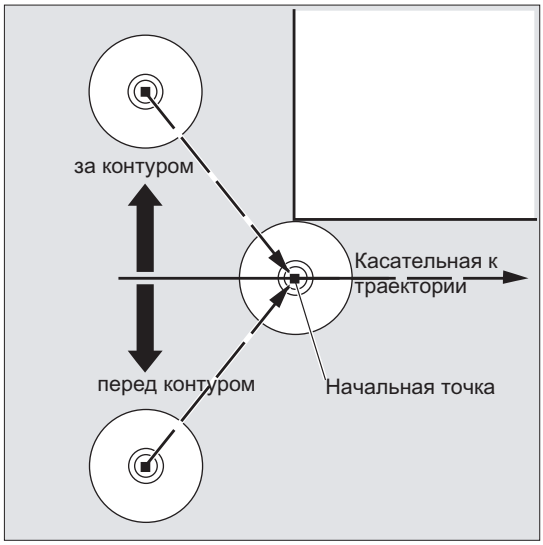
   Измененные углы подвода/отвода представляют собой опасность столкновения:



ВНИМАНИЕ
Измененные углы подвода/отвода должны учитываться при программировании, чтобы избежать возможных столкновений.

Подвод/отвод с KONT

Перед подводом инструмента может находиться **перед** или **за** контуром. Разделительной линией при этом является касательная к траектории в начальной точке:



Согласно этому, при подводе/отводе с `KONT` различается два случая:

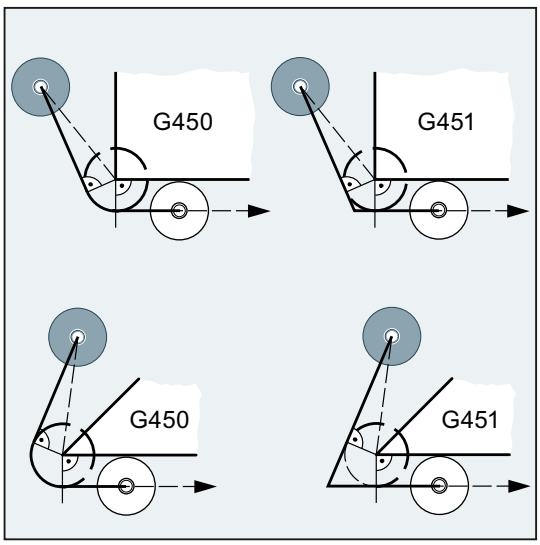
Инструмент находится перед контуром.

→ Стратегия подвода/отвода как при NORM.

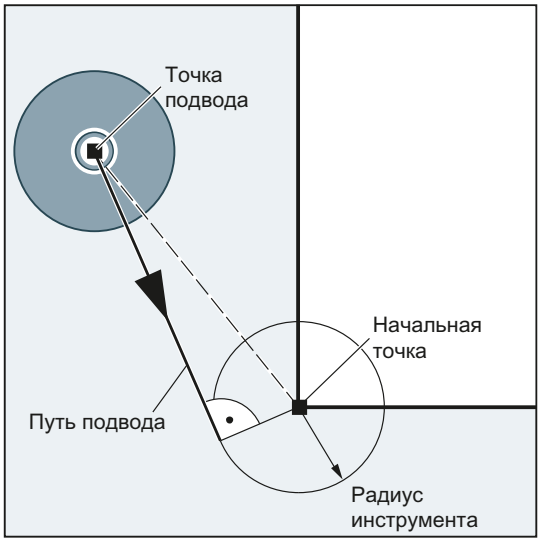
3. Инструмент находится за контуром
   - Подвод:

     Инструмент обходит начальную точку в зависимости от запрограммированного поведения на углах (`G450`/`G451`) по круговой траектории или через точку пересечения эквидистант.

     Команды `G450`/`G451` относятся к переходу от актуальн. кадра к следующ. кадру:



В обоих случаях (G450/G451) создается следующий путь подвода:



От неисправленной точки подвода проводится прямая, являющаяся касательной к окружности с радиусом окружности = радиусу инструмента. Центр окружности находится в начальной точке.

- Отвод:

  Для отвода действуют те же правила, что и для подвода, только в обратной последовательности.

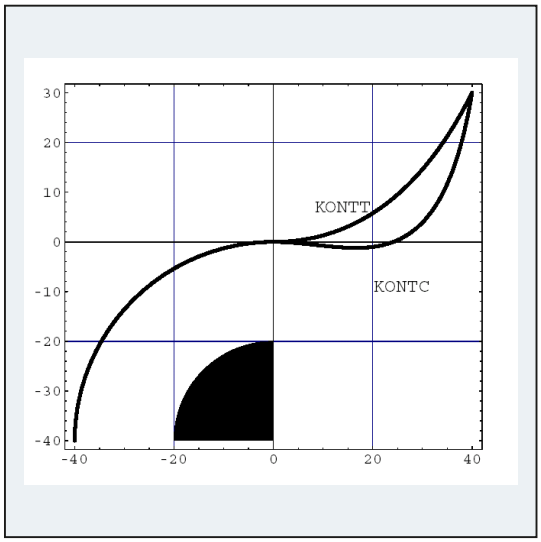
Подвод/отвод с KONTC

Подвод/отвод от точки контура осуществляется с постоянным изгибом. В точке контура не происходит скачка ускорения. Интерполяция траектории от исходной точки до точки контура осуществляется как полином.

Подвод/отвод с KONTC

Подвод/отвод от точки контура осуществляется по постоянной касательной. В точке контура может возникнуть скачок ускорения. Интерполяция траектории от исходной точки до точки контура осуществляется как полином.

Различие между KONTC и KONTT



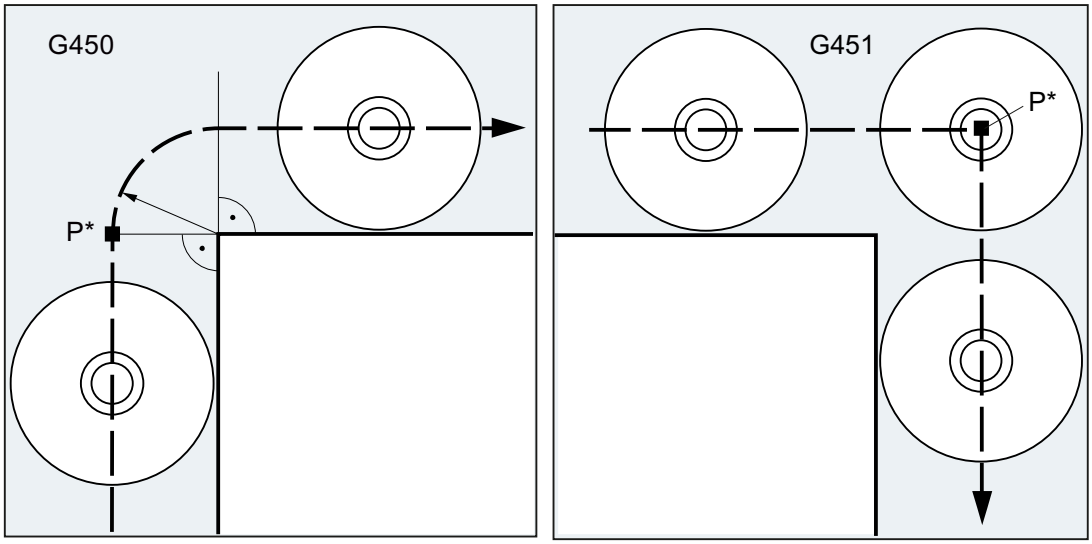
На этом рисунке представлены различия в поведении подвода/отвода для `KONTT` и `KONTC`. Окружность с радиусом 20 мм вокруг центра в X0 Y-40 исправляется инструментом с радиусом 20 мм на наружной стороне. Поэтому получается круговое движение центра инструмента с радиусом 40 мм. Конечная точка кадра отвода находится в X40 Y30. Переход между круговым кадром и кадром отвода лежит в нулевой точке. Из-за удлиненного постоянного изгиба при `KONTC` кадр отвода сначала выполняет движение с отрицательным компонентом Y. Часто это является нежелательным. Кадр отвода с `KONTT` не имеет такого поведения. Но в этом случае на переходе кадра возникает скачок ускорения.

Если кадр `KONTT` или `KONTC` является не кадром отвода, а кадром подвода, то получается точно такой же контур, который лишь проходится в противоположном направлении.

10.3 Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC)

Функция

С помощью команды `G450` или `G451` при включенной коррекции радиуса инструмента (`G41`/`G42`) определяется ход исправленной траектории инструмента при обходе наружных углов:



С `G450` центр инструмента обходит угол детали по дуге окружности с радиусом инструмента.

С G451 центр инструмента подводится к точке пересечения двух эквидистант, находящихся на расстоянии радиуса инструмента от запрограммированного контура. G451 действует только для прямых и окружностей.

Примечание

С `G450`/`G451` также определяется путь подвода при активной `KONT` и точка подвода за контуром (см. "Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) [Страница 287]").

С помощью команды `DISC` переходные окружности при `G450` могут быть искажены для создания острых углов контура.

Синтаксис

```
G450 [DISC=<значение>]
G451
```

Значение

`G450`: С `G450` углы детали обходятся по круговой траектории.

`DISC`: Гибкое программирование круговой траектории при G450 (опция)

`<значение>`: Тип: INT

Диапазон значений: 0, 1, 2, ... 100

Значение:

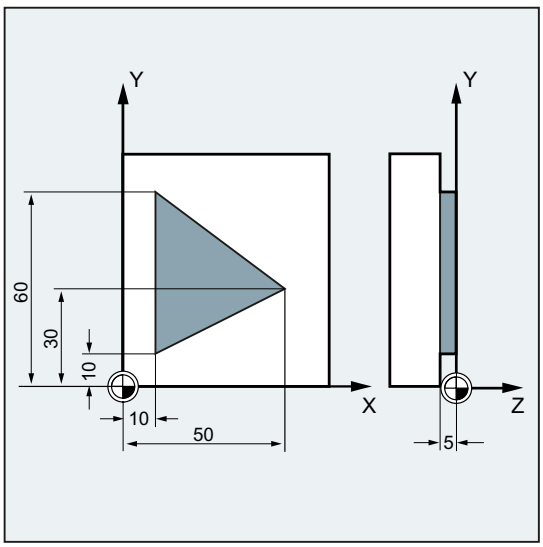
0	Переходная окружность
100	Точка пересечения эквидистант (теоретическое значение)

`G451`: С `G451` на углах детали выполняется подвод к точке пересечения обоих эквидистант. Инструмент выполняет свободное резание в углу детали.

Примечание

`DISC` действует только при вызове `G450`, но может быть запрограммирована в предыдущем кадре без `G450`. Обе команды действуют модально.

Пример



В этом примере на всех наружных углах вставляется переходный радиус (согласно программированию поведения на углах в кадре N30). Благодаря этому удается избежать остановки и свободного резания инструмента для смены направления.

Программный код	Комментарий
`N10 G17 T1 G0 X35 Y0 Z0 F500`	`; Условия старта`
`N20 G1 Z-5`	`; Подача инструмента.`
`N30 G41 KONT` **G450** `X10 Y10`	`;` **Включить** `КРИ с режимом подвода/отвода KONT и` **поведением на углах G450**.
`N40 Y60`	`; Фрезерование контура.`
`N50 X50 Y30`	
`N60 X10 Y10`	
`N80 G40 X-20 Y50`	`; Выключение режима коррекции, отвод на переходную окружность.`

Программный код	Комментарий
N90 G0 Y100	
N100 X200 M30	

Дополнительная информация

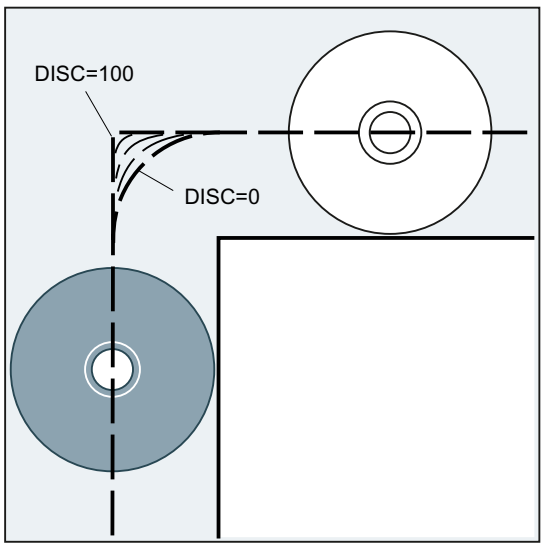
G450/G451

В промежуточной точке P* СЧПУ выполняет команды, как, к примеру, движения подачи или функции переключения. Эти операторы программируются в кадрах, находящихся между двумя кадрами, образующими угол.

Переходная окружность при `G450` с точки зрения передачи и обработки данных относится к последующей команде движения.

DISC

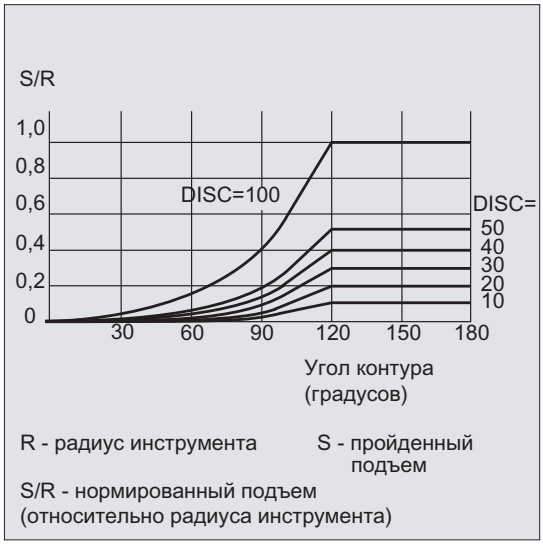
При указании значений `DISC` больше 0 промежуточные окружности представляются в вытянутом виде – при этом возникают переходные эллипсы или параболы или гиперболы:



Через машинные данные можно установить верхнее предельное значение – как правило DISC=50.

Характеристика движения

При включенной `G450` инструмент при острых углах контура и высоких значениях `DISC` на углах отводится от контура. При угле контура от 120°, контур обходится равномерно:



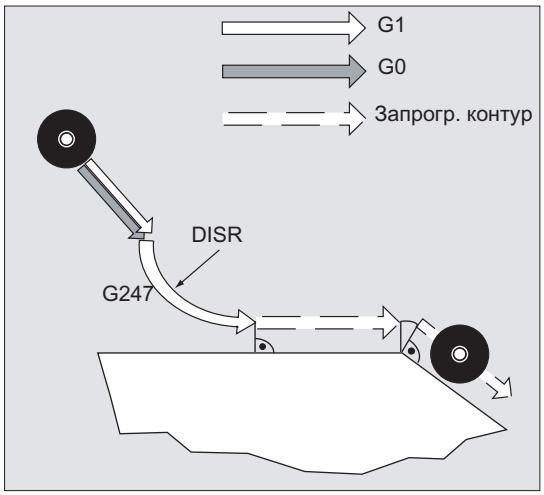
При включенной `G451` при острых углах контура из-за движений отвода может возникнуть избыточный холостой ход инструмента. Через машинные данные можно установить, чтобы в таких случаях автоматически осуществлялось переключение на переходную окружность.

10.4 Мягкий подвод и отвод

10.4.1 Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR)

Функция

Функция мягкого подвода и отвода (SAR) служит для того, чтобы осуществить подвод по касательной в стартовой точке контура, независимо от положения исходной точки.



Эта функция используется преимущественно вместе с коррекцией радиуса инструмента, но это не является обязательным условием.

Движение подвода и отвода состоит максимум из 4-х вспомогательных движений:

- стартовая точка движения P_0
- промежуточные точки P_1, P_2 и P_3
- конечная точка P_4

Точки P_0, P_3 и P_4 определены всегда. Промежуточные точки P_1 и P_2, в зависимости от параметрирования и геометрических свойств, могут отсутствовать.

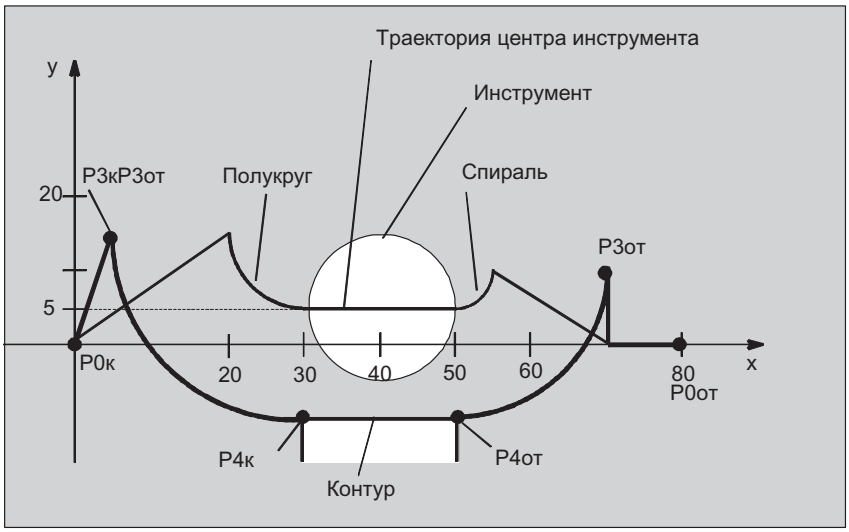
Синтаксис

```
G140
G141 ... G143
G147, G148
G247, G248
G347, G348
G340, G341
DISR=..., DISCL=..., FAD=...
```

Значение

G140:	Направление подвода и отвода в зависимости от актуальной стороны коррекции (установка по умолчанию)
G141:	Подвод слева или отвод влево
G142:	Подвод справа или отвод вправо
G143:	Направление подвода и отвода в зависимости от относительного положения стартовой или конечной точки к направлению касательных
G147:	Подвод по прямой
G148:	Отвод по прямой
G247:	Подвод по четверти круга
G248:	Отвод по четверти круга
G347:	Подвод по полукругу
G348:	Отвод по полукругу
G340:	Пространственный подвод и отвод (установка по умолчанию)
G341:	Подвод и отвод в плоскости
DISR:	**Подвод и отвод по прямой (G147/G148)** Расстояние кромки фрезы от стартовой точки контура **Подвод и отвод по окружностям (G247, G347/G248, G348)** Радиус траектории центра инструмента Внимание: при REPOS с полукругом DISR обозначает диаметр окружности
DISCL:	DISCL=... Расстояние от конечной точки быстрого движения подачи до плоскости обработки DISCL=AC(...) Указание абсолютного положения конечной точки быстрого движения подачи
FAD:	Скорость медленного движения подачи FAD=... запрограммированное значение действует согласно G-коду группы 15 (подача; G93, G94 и т.д.) FAD=PM(...) запрограммированное значение независимо от активного G-кода, группа 15 интерпретируется как линейная подача (как G94) FAD=PR(...) запрограммированное значение независимо от активного G-кода, группа 15 интерпретируется как окружная подача (как G95)

Пример



- Мягкий подвод (кадр N20 активирован)
- Движение подвода по четверти круга (G247)
- Направление подвода не запрограммировано, действует G140, т.е. КРИ активна (G41)
- Смещение контура OFFN=5 (N10)
- Актуальный радиус инструмента=10, таким образом, эффективный радиус коррекции для КРИ=15, радиус контура SAR=25, таким образом, радиус траектории центра инструмента будет равен DISR=10
- Конечная точка окружности получается из N30, т.к. в N20 запрограммирована только позиция Z
- Движение подачи
  - Из Z20 в Z7 (DISCL=AC(7)) ускоренным ходом
  - После в Z0 с FAD=200.
  - Круг подвода в плоскости X-Y и последующие кадры с F1500 (чтобы эта скорость стала активной в последующих кадрах, необходимо переписать активную G0 в N30 с G1, в ином случае обработка контура была бы продолжена с G0)
- Мягкий отвод (кадр N60 активирован)
- Движение отвода по четверти круга (G248) и спирали (G340)
- FAD не запрограммирована, так как не имеет значения при G340
- Z=2 в стартовой точке; Z=8 в конечной точке, т.к. DISCL=6
- При DISR=5 радиус контура SAR=20, радиус траектории центра инструмента=5

Движения перемещения из Z8 в Z20 и движение параллельно плоскости X-Y к X70 Y0.

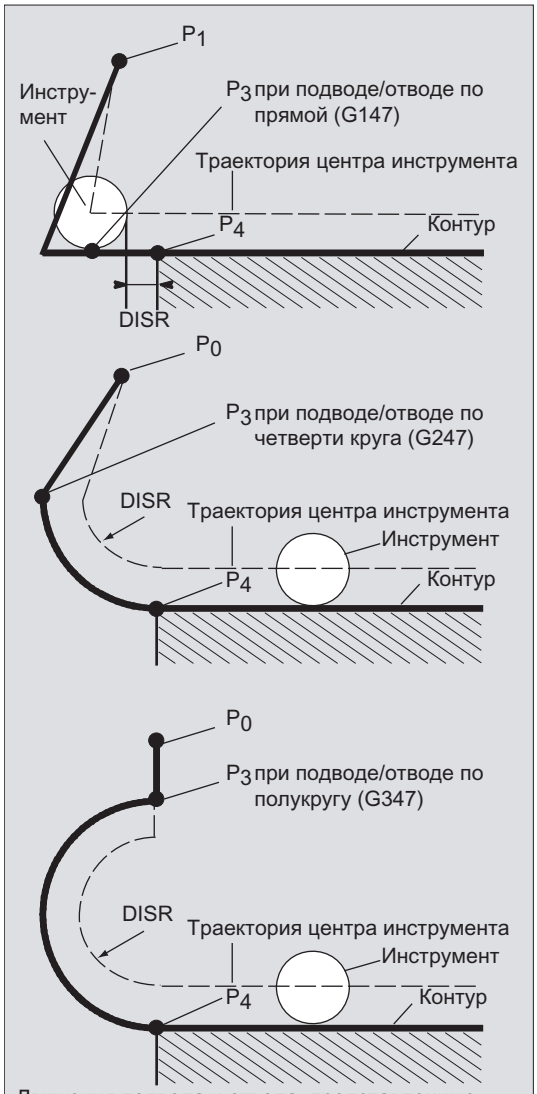
Программный код	Комментарий
$TC_DP1[1,1]=120	; Определение инструмента T1/D1
$TC_DP6[1,1]=10	; Радиус
N10 G0 X0 Y0 Z20 G64 D1 T1 OFFN=5	; (к P0)
N20 G41 G247 G341 Z0 DISCL=AC(7) DISR=10 F1500 FAD=200	; Подвод (к P3)
N30 G1 X30 Y-10	; (к P4)
N40 X40 Z2	
N50 X50	; (от P4)
N60 G248 G340 X70 Y0 Z20 DISCL=6 DISR=5 G40 F10000	; Отвод (от P3)
N70 X80 Y0	; (P0 от)
N80 M30	

Дополнительная информация

Выбор контура подвода или отвода

С помощью соответствующей G-команды возможен подвод или отвод:

- по прямой (G147, G148),
- по четверти круга (G247, G248) или
- по полукругу (G347, G348).



Движения подвода и отвода, представленные промежуточной точкой P_4 (при одновременной активации коррекции радиуса инструмента)

Выбор направления подвода или отвода

Определение направления подвода и отвода с помощью коррекции радиуса инструмента (G140, установка по умолчанию) при положительном радиусе инструмента:

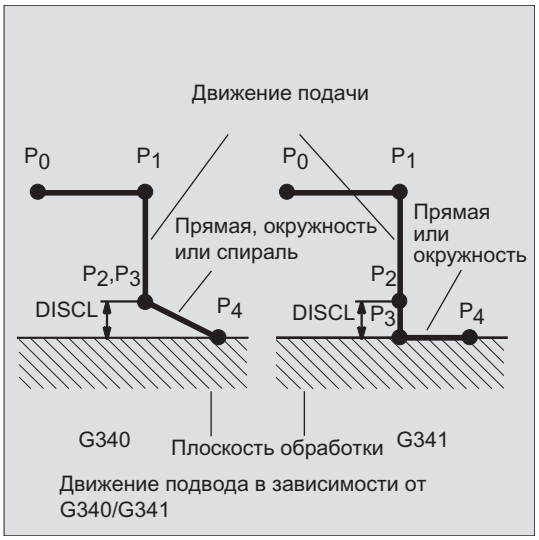
- G41 активна → подвод слева
- G42 активна → подвод справа

Прочие возможности подвода доступны с помощью G141, G142 и G143.

Эти G-rjlf имеют значение только тогда, когда контур подвода является четвертью круга или полукругом.

Подразделение движения от стартовой к конечной точке (G340 и G341)

Характерный подвод от P_0 до P_4 представлен на следующем рисунке:



Движение подвода в зависимости от G340/G341

В случаях, когда положение активной плоскости допускает G17 до G19 (плоскость окружности, спиральная ось, движение подачи вертикально к активной плоскости), учитывается возможно активный вращающий FRAME.

Длина прямой подвода или радиуса у окружностей подвода (DISR) (см. рисунок для "Выбора контура подвода или отвода")

- Подвод/отвод по прямой

  DISR указывает расстояние от кромки фрезы до стартовой точки контура, т.е. длина прямой при активной КРИ получается из суммы радиуса инструмента и запрограммированного значения DISR. Радиус инструмента учитывается только в том случае, когда он является положительным.
  Результирующая длина прямой должна быть положительной, т.е. отрицательные значения для DISR допускаются, пока значение DISR меньше радиуса инструмента.

- Подвод/отвод по кругу

  DISR указывает радиус траектории центра инструмента. Если КРИ активирована, то создается круг с таким радиусом, чтобы и в этом случае получалась траектория центра инструмента с запрограммированным радиусом.

Расстояние от точки до плоскости обработки (DISCL) (см. рисунок при выборе контура подвода или отвода)

Если позиция точки P_2 на оси вертикально к плоскости окружности должна быть указана абсолютно, то значение программируется в форме DISCL=AC(...).

Для DISCL=0:

- Для G340: Все движение подвода состоит только из двух кадров (P_1, P_2 и P_3 совпадают). Контур подвода образуется от P_1 к P_4 .
- Для G341: Все движение подвода состоит из трех кадров (P_2 и P_3 совпадают). Если P_0 и P_4 лежат в одной плоскости, то получается только два кадра (движение подачи от P_1 к P_3 отсутствует).
- Контролируется, чтобы определенная через DISCL точка лежала бы между P_1 и P_3, т.е. при всех движениях, имеющих один компонент вертикально к плоскости обработки, этот компонент должен иметь тот же знак.
- При определении изменения направления разрешается определенный через машинные данные WAB_CLEARANCE_TOLERANCE допуск.

Программирование конечной точки P4 при подводе или P0 при отводе

Конечная точка программируется, как правило, с помощью X... Y... Z....

- **Программирование при подводе**
  - P_4 в кадре SAR
  - P_4 определяется через конечную точку следующего кадра перемещения

    Между кадром WAB и следующим кадром перемещения могут быть вставлены другие кадры без движения гео-осей.

Пример:

Программный код	Комментарий
$TC_DP1[1,1]=120	; Фрезерный инструмент T1/D1
$TC_DP6[1,1]=7	; Инструмент с радиусом 7 мм
N10 G90 G0 X0 Y0 Z30 D1 T1	
N20 X10	
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F1000	
N40 G1 X40 Y-10	
N50 G1 X50	
...	

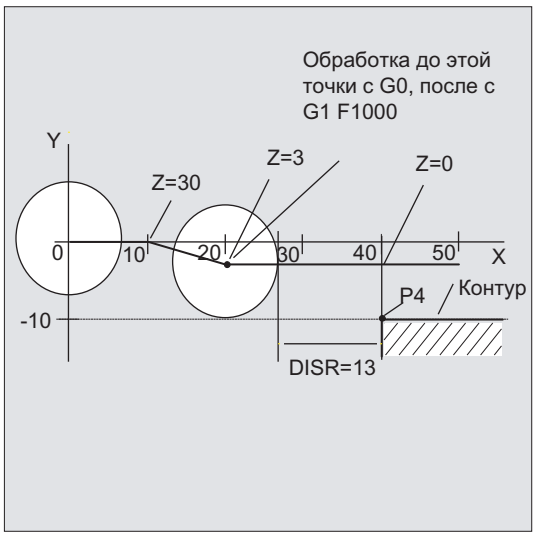
N30/N40 может быть заменена на:

1.

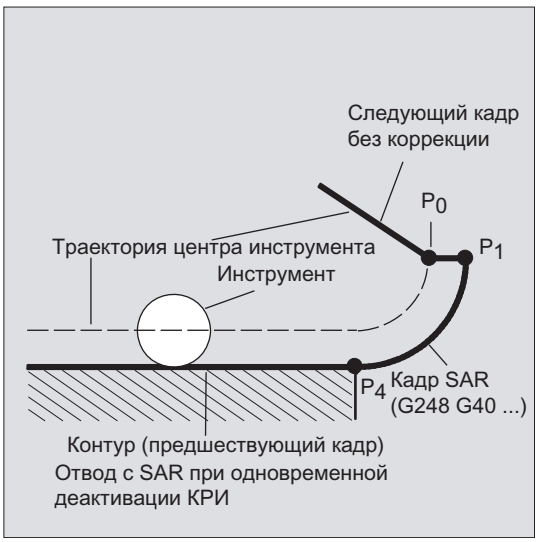
Программный код	Комментарий
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F1000	

2.

Программный код	Комментарий
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 F1000	
N40 G1 X40 Y-10 Z0	



- Программирование при отводе
  - Для кадра SAR без запрограммированной геометрической оси контур заканчивается в P_2. Позиция в осях, образующих плоскость обработки, получается из контура отвода. Соответствующий вертикальный осевой компонент определяется через DISCL. Если DISCL=0, то движение проходит полностью в плоскости.
  - Если в кадре SAR запрограммирована только ось вертикально к плоскости обработки, то контур заканчивается в P_1. Позиция прочих осей определяется как описано выше. Если кадр SAR одновременно является кадром деактивации КРИ, то дополнительный путь от P_1 к P_0 вставляется таким образом, что при деактивации КРИ в конце контура не получается движения.
  - Если запрограммирована только одна ось плоскости обработки, то отсутствующая 2-ая ось модально дополняется из ее последней позиции в предыдущем кадре.
  - Для кадра SAR без запрограммированной геометрической оси контур заканчивается в P_2. Позиция в осях, образующих плоскость обработки, получается из контура отвода. Соответствующий вертикальный осевой компонент определяется через DISCL. Если DISCL=0, то движение проходит полностью в плоскости.
  - Если в кадре SAR запрограммирована только ось вертикально к плоскости обработки, то контур заканчивается в P_1. Позиция прочих осей определяется как описано выше. Если кадр SAR одновременно является кадром деактивации КРИ, то дополнительный путь от P_1 к P_0 вставляется таким образом, что при деактивации КРИ в конце контура не получается движения.
  - Если запрограммирована только одна ось плоскости обработки, то отсутствующая 2-ая ось модально дополняется из ее последней позиции в предыдущем кадре.



Скорости подвода или отвода

- Скорость предыдущего кадра (G0):

  С этой скоростью выполняются все движения от P_0 до P_2, т.е. движения параллельно плоскости обработки и часть движения подачи до безопасного расстояния.

- Программирование с FAD:

  Указание скорости подачи для
  - G341: Движение подачи вертикально к плоскости обработки от P_2 к P_3
  - G340: от точки P_2 или P_3 к P_4

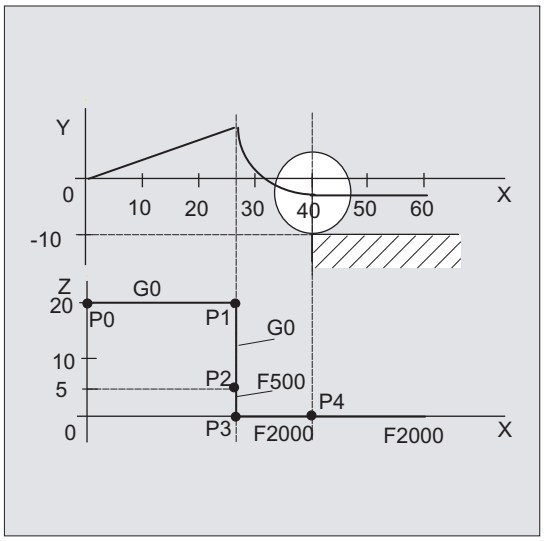
    Если FAD не программируется, то эта часть контура также проходится с модально действующей скоростью предыдущего кадра, если в кадре SAR не запрограммировано слово F.

- Запрограммированная подача F:

  Это значение подачи действует от P_3 или P_2, если FAD не запрограммирована. Если в кадре SAR слово F не программируется, то действует скорость предыдущего кадра.

Пример:

Программный код	Комментарий
`$TC_DP1[1,1]=120`	`; Фрезерный инструмент T1/D1`
`$TC_DP6[1,1]=7`	`; Инструмент с радиусом 7 мм`
`N10 G90 G0 X0 Y0 Z20 D1 T1`	
`N20 G41 G341 G247 DISCL=AC(5) DISR=13 FAD 500 X40 Y-10 Z=0 F200`	
`N30 X50`	
`N40 X60`	
`...`	



При отводе роли модально действующей подачи из предыдущего кадра и запрограммированного в кадре SAR значения подачи меняются местами, т.е. перемещение по самому контуру отвода осуществляется со старой подачей, заново запрограммированная с помощью слова F скорость действует соответств. от P_2 до P_0.

P0
P1
P2/P3
P4
Скорость не запрограммирована
Запрогр. только F
Запрогр. только FAD
F и FAD запрограммированы
Ускоренный ход, если активна G0, в иных случаях со старым или новым словом F
Скорость предшествующего кадра (старое слово F)
Запрогр. с FAD скорость подачи
Запрогр. с F новая действующая модально скорость
Скорости в подкадрах SAR при подводе с G340
P0
P1
P2
P3
P4
Скорость не запрограммирована
Запрогр. только F
Запрогр. только FAD
F и FAD запрограммированы
Ускоренный ход, если активна G0, в иных случаях со старым или новым словом F
Скорость предшествующего кадра (старое слово F)
Запрогр. с FAD скорость подачи
Запрогр. с F новая действующая модально скорость
Скорости в подкадрах SAR при подводе с G341
P4
P3
P2
P1
P0
Скорость не запрограммирована
Запрогр. только F
Запрогр. только FAD
F и FAD запрограммированы
Перемещение ускоренным ходом, если активна G0, в иных случаях со старым или новым словом F
Скорость предшествующего кадра (старое слово F)
Запрогр. с FAD скорость обратного хода
Запрогр. с F новая действующая модально скорость
Скорости в подкадрах SAR при отводе

Чтение позиций

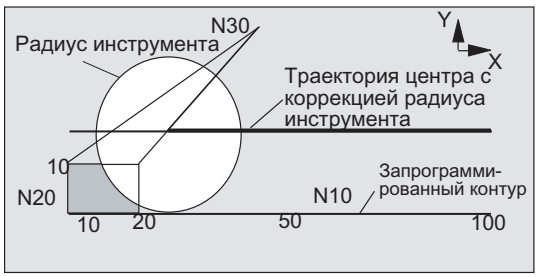
Точки P_3 и P_4 при подводе могут считываться как системные переменные в WCS.

- $P_APR: чтение P
- $_3$ (точка старта)
- $P_AEP: чтение P
- $_4$ (начальная точка контура)
- $P_APDV: чтение, содержат ли $P_APR и $P_AEP действительные значения

10.4.2 Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462)

Функция

В определенных геометрических особых случаях, в отличие от прежнего выполнения с включенным контролем столкновений для кадра подвода и отвода, необходимы специальные расширенные стратегии подвода и отвода при активации или деактивации коррекции радиуса инструмента. Так, к примеру, контроль столкновения может привести к тому, что участок на контуре будет обработан не полностью, см. рисунок ниже:



Изображение 10-3 Характеристика отвода при G460

Синтаксис

```
G460
G461
G462
```

Значение

G460: Как раньше (включение контроля столкновения для кадра подвода и отвода)

G461: Вставка окружности в кадре КРИ, если невозможна точка пересечения, центр которой находится в конечной точке кадра без коррекции, и чей радиус равен радиусу инструмента.

До точки пересечения обработка осуществляется по **вспомогательной окружности** вокруг конечной точки контура (т.е. до конца контура).

G462: Вставка прямой в кадре КРИ, если точка пересечения невозможна, кадр удлиняется через его конечную касательную (стандартная установка)

Обработка осуществляется до **удлинения** последнего элемента контура (т.е. почти до конца контура).

Примечание

Характеристика подвода симметрична характеристике отвода.

Характеристика подвода или отвода определяется состоянием G-команды в кадре подвода или отвода. Таким образом, характеристика повода может быть установлена независимо от характеристики отвода.

Примеры

Пример 1: Характеристика отвода при G460

В дальнейшем описывается ситуация при деактивации коррекции радиуса инструмента. Поведение при подводе полностью аналогично.

Программный код	Комментарий
G42 D1 T1	; Радиус инструмента 20 мм
...	
G1 X110 Y0	
N10 X0	
N20 Y10	
N30 G40 X50 Y50	

Пример 2: Подвод при G461

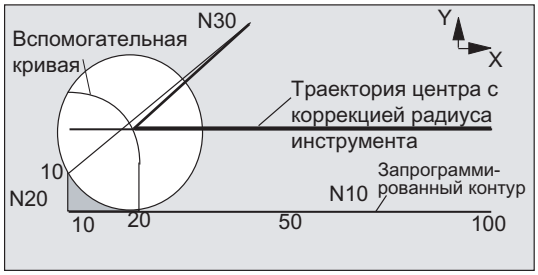
Программный код	Комментарий
N10 $TC_DP1[1,1]=120	; Тип инструмента "фреза"
N20 $TC_DP6[1,1]=10	; Радиус инструмента
N30 X0 Y0 F10000 T1 D1	
N40 Y20	
N50 G42 X50 Y5 G461	
N60 Y0 F600	
N70 X30	
N80 X20 Y-5	
N90 X0 Y0 G40	
N100 M30	

Дополнительная информация

G461

Если точка пересечения последнего кадра КРИ с предыдущим кадром невозможна, то кривая смещения этого кадра продлевается на окружность, центр которой находится в конечной точке кадра без коррекции и радиус которой равен радиусу инструмента.

СЧПУ пытается рассечь эту окружность одним из предыдущих кадров.



Изображение 10-4 Характеристика отвода при G461

Контроль столкновений CDON, CDOF

Здесь при активной CDOF (см. раздел "Контроль столкновений, CDON, CDOF) поиск отменяется, если точка пересечения была найдена, т.е. не проверяется, существуют ли точки пересечения с более старыми кадрами.

При активной CDON и в том случае, если точка пересечения была найдена, продолжается поиск других точек пересечения.

Найденная таким образом точка пересечения является новой конечной точкой предыдущего кадра и стартовой точкой кадра деактивации. Вставленная окружность служит только для вычисления точки пересечения и не вызывает движения перемещения.

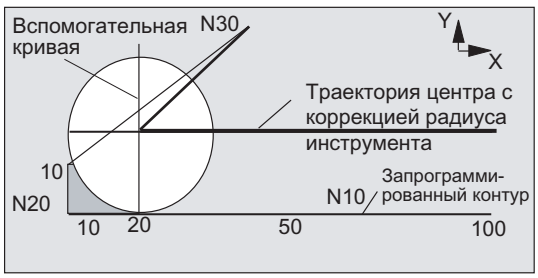
Примечание

Если точка пересечения не найдена, то выводится ошибка 10751 (опасность столкновения).

G462

Если точка пересечения последнего кадра КРИ с предыдущим кадром невозможна, то при отводе с G462 (по умолчанию) в конечной точке последнего кадра с коррекцией радиуса инструмента вставляется прямая (кадр продлевается своей конечной касательной).

Поиск точки пересечения тогда осуществляется идентично G461.



Поведение отвода при G462 (см. пример)

При G462 образованный в программе-образце из N10 и N20 угол выбирается не настолько, как это было бы возможно с используемым инструментом. Но это поведение может быть все же необходимым, чтобы не повредить подконтур (отличный от запрограммированного контура) в примере слева от N20 и при значениях y, больших 10 мм.

Угловые параметры при KONT

Если KONT активна (обход контура в стартовой или конечной точке), то различается, находится ли конечная точка перед или за контуром.

- **Конечная тока перед контуром**

  Если конечная точка находится перед контуром, то характеристика отвода аналогична NORM. Это свойство не изменяется и в том случае, если последний кадр контура при G451 продлевается прямой или окружностью. Поэтому дополнительные стратегии обхода, чтобы избежать повреждения контура вблизи конечной точки контура, не нужны.

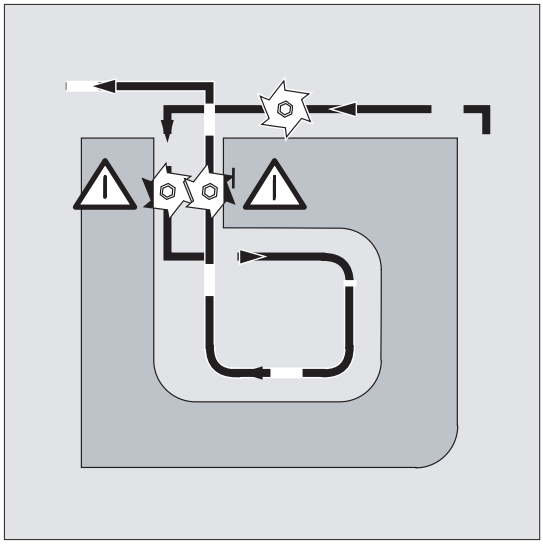
- **Конечная тока за контуром**

  Если конечная точка находится за контуром, то всегда, в зависимости от G450 / G451, вставляется окружность или прямая. G460 - G462 тогда не имеет значения. Если последний кадр перемещения в этой ситуации не имеет точки пересечения с предшествующим кадром, то теперь может получиться точка пересечения со вставленным элементом контура или с участком прямой от конечной точки обходной окружности до запрограммированной конечной точки.
  Если вставленным элементом контура является окружность (G450), и она образует с предшествующим кадром точку пересечения, то она идентична точке пересечения, которая получилась бы при NORM и G461. В остальном нужно пройти дополнительный сегмент круга. Вычисления точки пересечения для линейной части кадра отвода более не требуется.
  Во втором случае, когда точка пересечения вставленного элемента контура с предшествующими кадрами не найдена, то выполняется перемещение на точку пересечения между прямой отвода и предшествующим кадром.
  Таким образом, при активной G461 или G462 поведение отличается от такового при G460 только в том случае, если либо активна NORM, либо поведение при KONT, обусловленное геометрически, идентично таковому при NORM.

10.5 Контроль столкновений (CDON, CDOF, CDOF2)

Функция

С помощью контроля столкновений при активной коррекции радиуса инструмента посредством опережающего вычисления контура контролируются ходы инструмента. Благодаря этому удается своевременно распознавать столкновения и активно предотвращать их через СЧПУ.



Контроль столкновений может включаться или выключаться в программе ЧПУ.

Синтаксис

```
CDON
CDOF
CDOF2
```

Значение

`CDON`: Команда для **включения** контроля столкновений.

`CDOF`: Команда для **выключения** контроля столкновений.

При выключенном контроле столкновений для актуального кадра осуществляется поиск общей точки пересечения с **предыдущим** кадром перемещения (на внутренних углах), при необходимости и в более старых кадрах.

Указание:
С помощью `CDOF` удается избежать ошибочного распознавания сужений, вызванного, к примеру, отсутствующей информацией, недоступной в программе ЧПУ.

`CDOF2`: Команда для **выключения** контроля столкновений **при периферийном фрезеровании 3D**.

При `CDOF2` направление коррекции инструмента определяется из соседних частей кадра. `CDOF2` действует только при периферийном фрезеровании 3D и имеет и при всех других режимах обработки (к примеру, торцовое фрезерование 3D) идентична по значению `CDOF`.

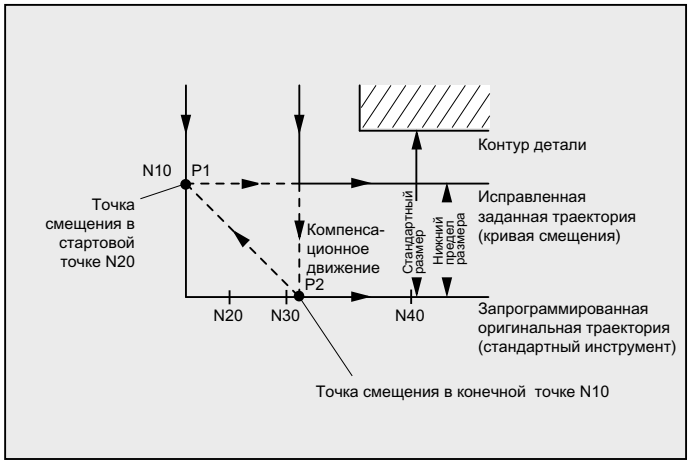
Примечание

Количество кадров ЧПУ, также задействованных для контроля столкновений, может устанавливаться через машинные данные.

Пример

Фрезерование на центральной траектории со стандартным инструментом

Программа ЧПУ описывает центральную траекторию стандартного инструмента. Контур для актуального используемого инструмента дает нижний предел размера, который представлен увеличенным только для лучшего пояснения геометрических отношений. Кроме этого в примере СЧПУ осуществляет опережающее рассмотрение только на три кадра.



Изображение 10-5 Компенсационное движение при отсутствии точки пересечения

Так как точка пересечения существует только между кривыми смещения двух кадров N10 и N40, то оба кадра N20 и N30 должны были быть исключены. В примере кадр N40 еще не известен СЧПУ, если в заключении должен обрабатываться N10. Тем самым может быть пропущен только один единственный кадр.

При активной `CDOF2` выполняется представленное на рисунке движение компенсации без останова. В этой ситуации активная `CDOF` или `CDON` вызвали бы ошибку.

Дополнительная информация

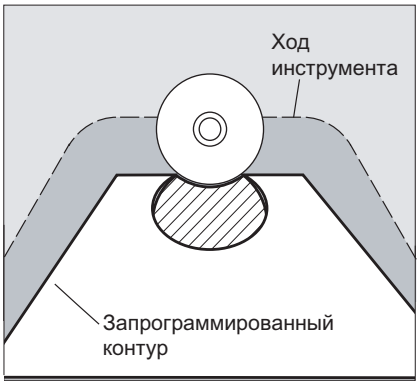
Тест программы

Во избежание остановки программы, необходимо при тестировании программы всегда выбирать из ряда используемых инструментов тот инструмент, который имеет наибольший радиус.

Примеры для движений компенсации при критических ситуациях обработки

В примерах ниже представлены критические ситуации обработки, которые распознаются СЧПУ и компенсируются посредством измененных траекторий инструмента. Во всех примерах для изготовления контура был выбран инструмент с увеличенным радиусом.

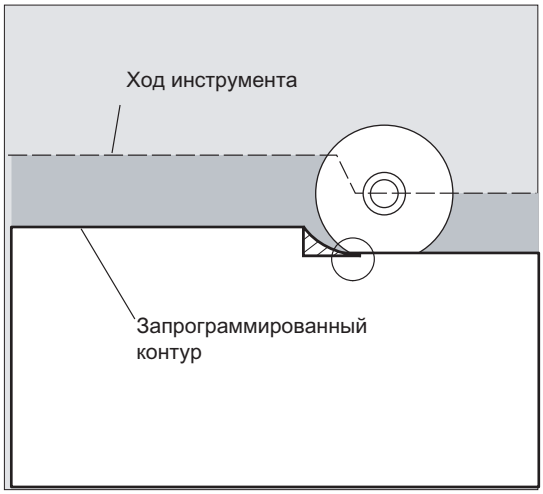
Пример 1: Распознавание бутылочного горлышка



Так как радиус инструмента для изготовления этого внутреннего контура был выбран слишком большим, то "бутылочное горлышко" обходится.

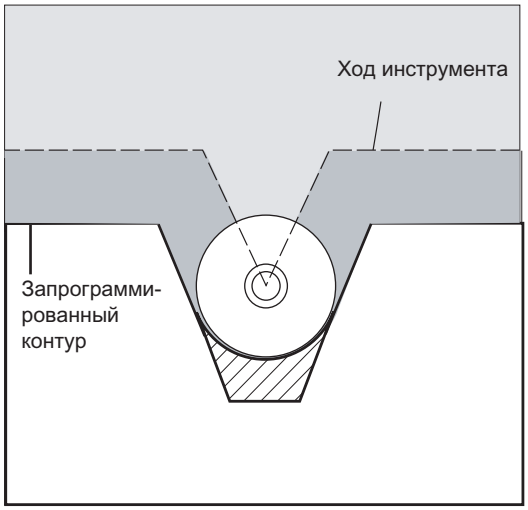
Выводится ошибка.

Пример 2: Путь контура короче радиуса инструмента



Инструмент обходит угол детали по переходной окружности и двигается при дальнейшем ходе контура точно по запрограммированной траектории.

Пример 3: Радиус инструмента слишком большой для внутренней обработки



В этих случаях контуры выбираются настолько, насколько это возможно без повреждения контура.

Литература

Описание функций "Основные функции"; коррекция инструмента (W1), глава: "Контроль столкновений и распознавание бутылочного горлышка"

10.6 Коррекция инструмента 2D (CUT2D, CUT2DF)

Функция

Посредством указания CUT2D или CUT2DF при обработке в наклонных плоскостях устанавливается, как должна действовать или вычисляться коррекция радиуса инструмента.

Коррекция длин инструмента

Коррекция длин инструмента всегда вычисляется относительно зафиксированной в пространстве, не повернутой рабочей плоскости.

Коррекция радиуса инструмента 2D с контурными инструментами

Коррекция радиуса инструмента для контурных инструментов служит для автоматического выбора резцов для вращательно-симметричных инструментов, с помощью которых возможна посегментная обработка отдельных участков контура.

Синтаксис

```
CUT2D
CUT2DF
```

Коррекция радиуса инструмента 2D для контурных инструментов активируется, если с помощью `CUT2D` или `CUT2DF` программируется одно из двух направлений обработки G41 или G42.

Примечание

При не активной коррекции радиуса инструмента поведение контурного инструмента идентично обычному инструменту, состоящему только из первого резца.

Значение

`CUT2D`:	Активация коррекции радиуса 2 1/2 D (стандартная установка)
`CUT2DF`:	Активация коррекции радиуса 2 1/2 D, коррекция радиуса инструмента относительно актуального фрейма или наклонной плоскости

CUT2D имеет смысл тогда, когда точная установка инструмента не может быть изменена и для обработки наклонных поверхностей деталь соответственно поворачивается.

CUT2D всегда действует как стандартная установка и поэтому не должна указываться явно.

Число резцов контурных инструментов

Любому контурному инструменту в произвольной последовательности может быть присвоено макс. до 12 резцов.

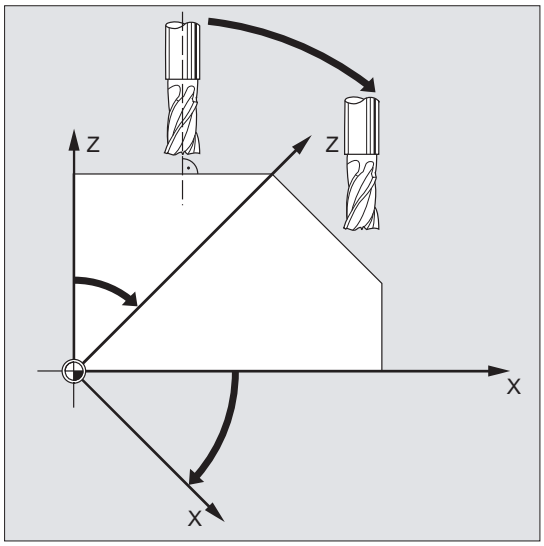
Изготовитель станка

Действительный тип инструмента для не вращательно-симметричных инструментов и макс. числа резцов Dn = D1 до D12 устанавливается изготовителем станка через машинные данные. Обратиться к изготовителю станка, если доступны не все 12 резцов.

Дополнительная информация

Коррекция радиуса инструмента, CUT2D

Как это принято во многих приложениях, вычисление коррекции длин и радиуса инструмента обычно осуществляется в **зафиксированной в пространстве**, заданной с помощью G17 до G19 рабочей плоскости.



Пример G17 (плоскость X/Y):

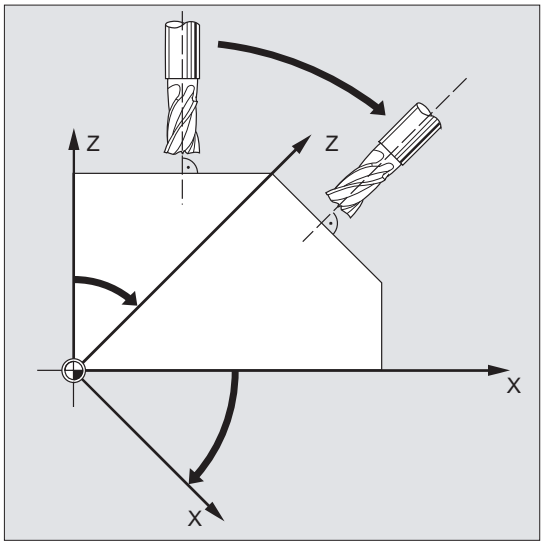
Коррекция радиуса инструмента действует в не повернутой плоскости X/Y, коррекция длин инструмента – в направлении Z.

Значения коррекции инструмента

Для обработки в наклонных поверхностях значения коррекции инструмента должны быть соответственно определены, или вычислены с использованием функциональности для "Коррекции длин инструмента для ориентируемых инструментов ". Более подробное описание этой возможности вычисления см. главу "Ориентация инструмента и коррекция длин инструмента ".

Коррекция радиуса инструмента, CUT2DF

В этих случаях существует возможность установить на станке ориентацию инструмента вертикально к наклонной рабочей плоскости.



Если программируется фрейм, содержащий вращение, то при CUT2DF плоскость коррекции также вращается. Коррекция радиуса инструмента вычисляется в повернутой плоскости обработки.

Примечание

Коррекция длин инструмента продолжает действовать относительно не повернутой рабочей плоскости.

Определение контурных инструментов, CUT2D, CUT2DF

Контурный инструмент определяется через число резцов согласно номерам D, относящихся к номеру T. Первым резцом контурного инструмента является резец, выбираемый при активации инструмента. Если, к примеру, активируется D5 при T3 D5, то этот резец и последующие резцы либо в части, либо все вместе определяют контурный инструмент. Находящиеся перед ними резцы игнорируются.

Литература

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

10.7 Постоянная коррекция радиуса инструмента (CUTCONON, CUTCONOF)

Функция

Функция "Постоянная коррекция радиуса инструмента" служит для подавления коррекции радиуса инструмента для определенного числа кадров, но при этом как смещение сохраняется образованная через коррекцию радиуса инструмента в предшествующих кадрах разница между запрограммированной и фактически пройденной траекторией центра инструмента. Преимущества этой функции проявляются тогда, когда, к примеру, при строчечном фрезеровании в точках возврата необходимо несколько кадров перемещения, но созданные коррекцией радиуса инструмента контуры (стратегии обхода) являются нежелательными. Она может использоваться независимо от типа коррекции радиуса инструмента ($2^1/_2$D, торцовое фрезерование 3D, периферийное фрезерование 3D).

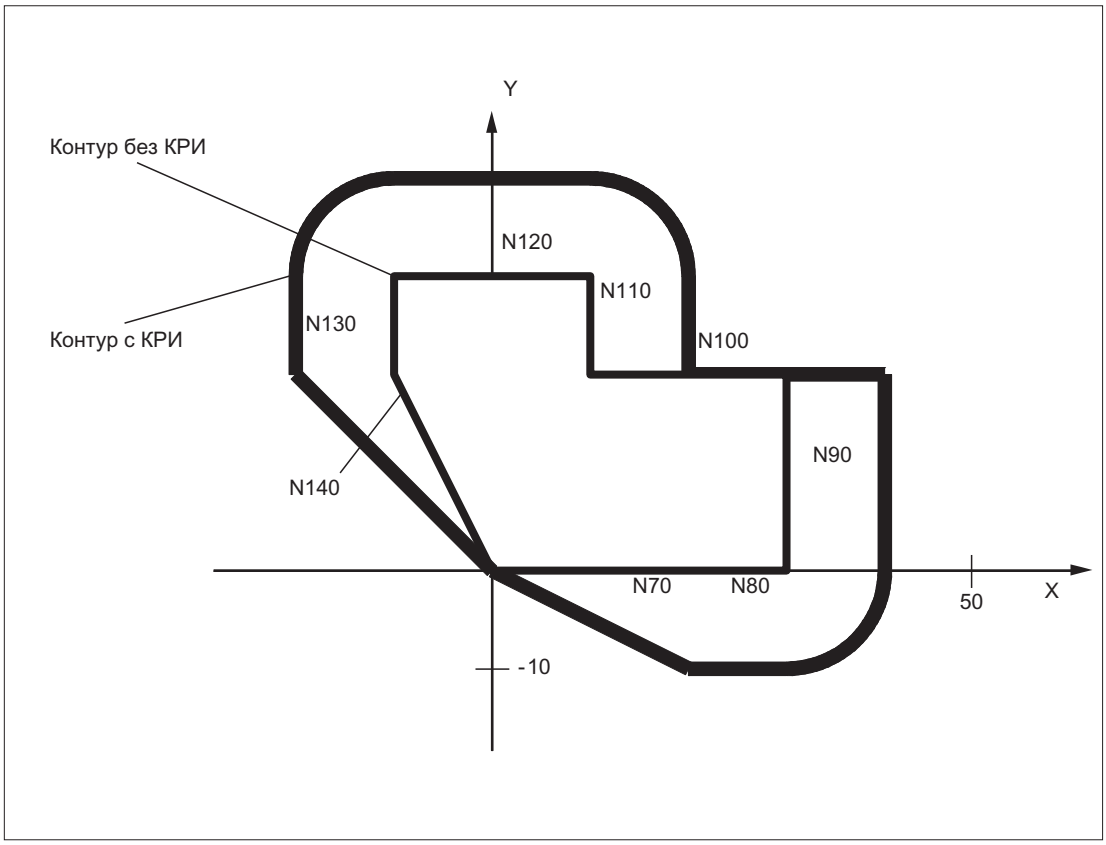
Синтаксис

```
CUTCONON
CUTCONOF
```

Значение

CUTCONON:	Команда для включения функции "Постоянная коррекция радиуса инструмента"
CUTCONOF:	Команда для выключения функции "Постоянная коррекция радиуса инструмента"

Пример



Программный код	Комментарий
N10	; Определение инструмента d1.
N20 $TC_DP1[1,1]= 110	; Тип
N30 $TC_DP6[1,1]= 10.	; Радиус
N40	
N50 X0 Y0 Z0 G1 G17 T1 D1 F10000	
N60	
N70 X20 G42 NORM	
N80 X30	
N90 Y20	
N100 X10 CUTCONON	; Включение подавления коррекции.
N110 Y30 KONT	; При отключении подавления контура при необходимости вставить обходную окружность.
N120 X-10 CUTCONOF	
N130 Y20 NORM	; Нет обходной окружности при отключении КРИ.
N140 X0 Y0 G40	
N150 M30	

Дополнительная информация

Обычно перед активацией подавления коррекции коррекция радиуса инструмента уже активна, и она еще активна, когда подавление коррекции снова деактивируется. В последнем кадре перемещения перед CUTCONON выполняется движение на точку смещения в конечной точке кадра. Все последующие кадры, в которых активно подавление коррекции, проходятся без коррекции. Но при этом они смещаются на вектор от конечной точки последнего кадра коррекции к его точке смещения. Тип интерполяции этих кадров (линейная, круговая, полиномиальная) может быть любым.

Кадр деактивации подавления коррекции, т.е. кадр, содержащий CUTCONOF, подвергается обычной коррекции. Он начинается в точке смещения стартовой точки. Между конечной точкой предшествующего кадра, т.е. последнего запрограммированного кадра перемещения с активной CUTCONON, и этой точкой вставляется линейный кадр.

Круговые кадры, у которых плоскость окружности стоит вертикально на плоскости коррекции (вертикальные окружности), обрабатываются так, как если бы в них была бы запрограммирована CUTCONON. Эта не явная активация подавления коррекции автоматически отменяется в первом кадре перемещения, содержащим движение перемещения в плоскости коррекции и не являющимся такой окружностью. Вертикальные окружности такого плана могут встречаться только при периферийном фрезеровании.

10.8 Инструменты с релевантным положением резцов

У инструментов с релевантным положением резцов (токарный и шлифовальный инструмент, типы инструмента 400–599; см. главу "Нормирование знака износа") переход с G40 в G41/G42 или наоборот рассматривается как смена инструмента. Это приводит при активной трансформации (к примеру, TRANSMIT) к остановке предварительной обработки (остановка декодирования) и тем самым, при определенных обстоятельствах, к отклонениям от предполагаемого контура детали.

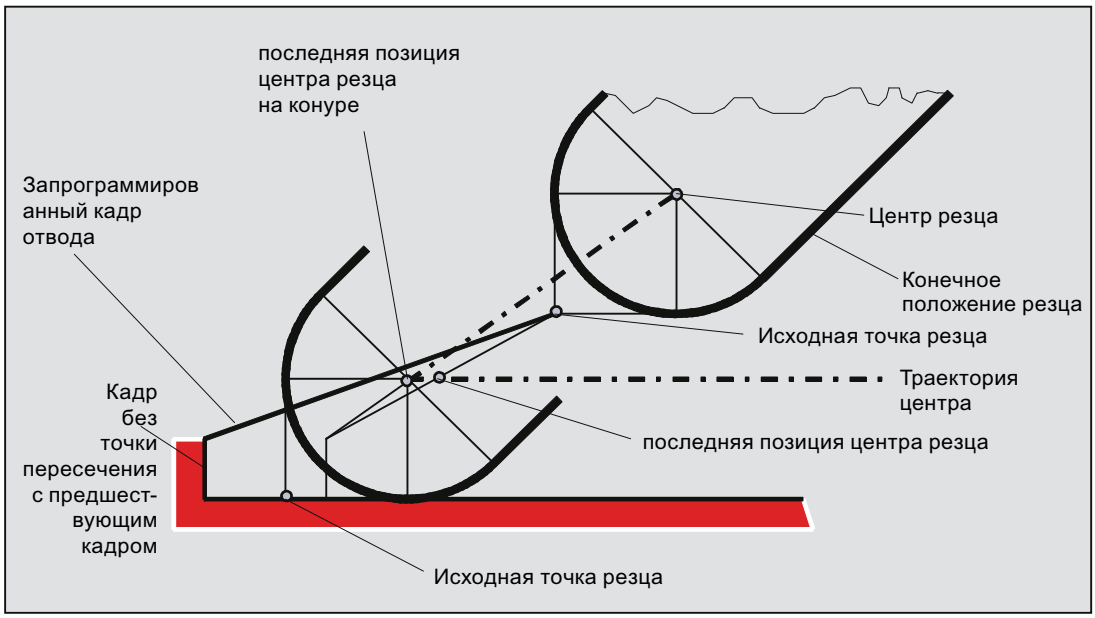
Эта первоначальная функциональность изменяется относительно:

1. Остановка предварительной обработки при TRANSMIT
2. Вычисление точек пересечения при подводе или отводе с KONT
3. Смена инструмента при активной коррекции радиуса инструмента
4. Коррекция радиуса инструмента с переменной ориентацией инструмента при трансформации

Дополнительная информация

Первоначальная функциональность была изменена следующим образом:

- Переход с G40 на G41/G42 и наоборот более не рассматривается как смена инструмента. Поэтому TRANSMIT более не вызывает остановки предварительной обработки.
- Для вычисления точек пересечения с кадром подвода или отвода используется прямая между центрами резцов в начале и конце кадра. Разница между исходной точкой резцов и центром резцов накладывается на это движение.
  При подводе или отводе с KONT (инструмент обходит точку контура; см. предыдущий раздел "Подвод к контуру и отвод") наложение осуществляется в линейном подкадре движения подвода или отвода. Поэтому геометрические отношения идентичны для инструментов с и без релевантного положения резцов. Отличия от данного поведения возникают только в относительно редких случаях, когда кадр подвода или отвода образует точку пересечения с не соседним кадром перемещения, см. следующий рисунок:



- Смена инструмента при активной коррекции радиуса инструмента, при которой изменяется расстояние между центром резца и исходной точкой резца, в круговых кадрах с кадрах перемещения с рациональными полиномами с номинальным порядком > 4 запрещена. Для других типов интерполяции, смена, в отличии от прежнего состояния, допускается и при активной трансформации (к примеру, TRANSMIT).
- При коррекции радиуса инструмента с переменной ориентацией инструмента трансформация исходной точки резца на центр резца более не может быть реализована через простое смещение нулевой точки. Поэтому инструменты с релевантным положением резцов запрещены при периферийном фрезеровании 3D (ошибка).

Примечание

Тема не является релевантной для торцового фрезерования, так как здесь и раньше допускались только определенные типы инструмента без релевантного положения резцов. (Инструменты с не явно допущенным типом инструмента рассматриваются как сферическая фреза с указанным радиусом. Указание положения резцов игнорируется.)

Параметры движения по траектории 11

11.1 Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603)

Функция

Точный останов это режим перемещения, при котором в конце каждого кадра перемещения все участвующие в движении перемещения траекторные оси и дополнительные оси, которые не перемещаются за границы кадров, затормаживаются до состояния покоя.

Точный останов используются тогда, когда необходимо изготовление острых наружных углов или чистовая обработка внутренних углов по размеру.

С помощью критерия точного останова определяется, как точно будет выполнен подвод к угловой точке и когда будет выполнено переключение на следующий кадр:

- "Точный останов точный"

  Смена кадра выполняется, как только для всех участвующих в движении перемещения осей достигнуты спец. для осей границы допуска для "Точного останова точного".
- "Точный останов грубый"

  Смена кадра выполняется, как только для всех участвующих в движении перемещения осей достигнуты спец. для осей границы допуска для "Точного останова грубого".
- "Завершение интерполятора"

  Смена кадра выполняется, как только СЧПУ для всех участвующих в движении перемещения осей вычислила заданную скорость ноль. Фактическая позиция или отклонение, обусловленное запаздыванием, участвующих осей не рассматриваются.

Примечание

Границы допуска для "Точного останова точного" и "Точного останова грубого" могут быть установлены для каждой оси через машинные данные.

Синтаксис

```
G60 ...
G9 ...
G601/G602/G603 ...
```

Значение

G60:	Команда для включения действующего **модально** точного останова
G9:	Команда для включения действующего **покадрово** точного останова
G601:	Команда для активации критерия точн. останова "**Точный останов точный**"
G602:	Команда для активации критерия точн. останова "**Точный останов грубый**"
G603:	Команда для активации критерия точного останова "**Завершение интерполятора**"

Примечание

Команды для активации критериев точного останова (G601 / G602 / G603) действуют только при активной G60 или G9!

Пример

Программный код	Комментарий
N5 G602	; Выбран критерий "Точный останов грубый".
N10 G0 G60 Z...	; Модальный точный останов активен.
N20 X... Z...	; G60 продолжает действовать.
...	
N50 G1 G601	; Выбран критерий "Точный останов точный".
N80 G64 Z...	; Переключение на режим управления траекторией.
...	
N100 G0 G9	; Точный останов действует только в этом кадре.
N110 ...	; Режим управления траекторией снова активен.

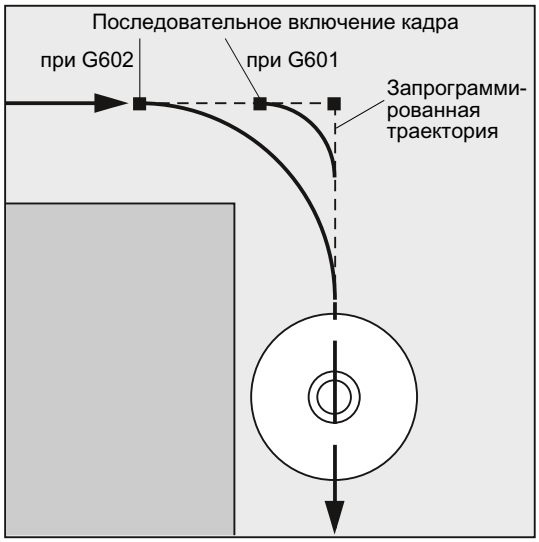
Дополнительная информация

G60, G9

G9 создает в актуальном кадре точный останов, G60 – в актуальном кадре и во всех последующих кадрах.

Команды режима управления траекторией G64 или G641 - G645 отключают G60 .

G601, G602



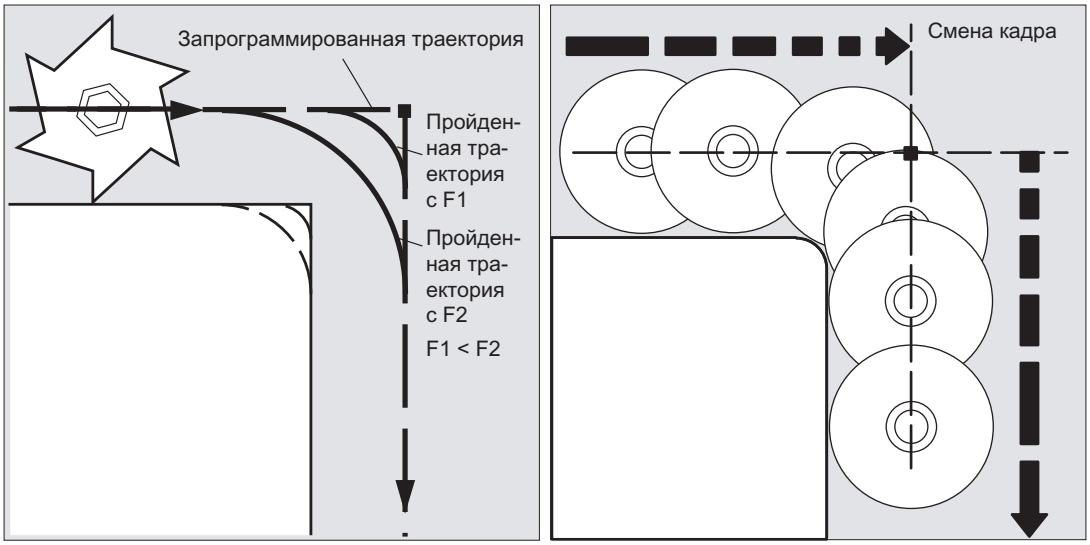
Движение притормаживается и кратковременно останавливается на угловой точке.

Примечание

Устанавливать только необходимую мин. ширину критериев точного останова. Чем ближе друг другу зафиксированы границы, тем дольше длиться компенсация положения и переход к заданному конечному положению.

G603

Смена кадра запускается при вычислении СЧПУ заданной скорости для участвующих осей равной нулю. На этот момент времени фактическое значение – в зависимости от динамики и скорости движения по траектории – отстает на участок выбега. Благодаря этому возможна шлифовка углов детали.



Спроектированный критерий точного останова

Для `G0` и прочих команд 1-ой группы G-функций спец. для канала можно зафиксировать, что вместо запрограммированного критерия точного останова автоматически будет использоваться предустановленный критерий (см. данные изготовителя станка!).

Литература

Описание функций "Основные функции"; Режим управления траекторией, точный останов, LookAhead (B1)

11.2 Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)

Функция

В режиме управления траекторией скорость движения по траектории на конце кадра для смены кадра не снижается до скорости, обеспечивающей достижение критерия точного останова. Целью же, напротив, является избежание сильного торможения траекторных осей в точке смены кадра, чтобы перейти в следующий кадр по возможности с той же скоростью движения по траектории. Для достижения этой цели, при выборе режима управления траекторией дополнительно активируется функция "Опережающее управление скоростью (LookAhead)".

Режим управления траекторией с перешлифовкой означает, что ломанные переходы кадров через локальные изменения запрограммированной характеристики делаются тангенциальными или сглаживаются.

Следствием режима управления траекторией являются:

- Закругление контура
- Сокращение времени обработки из-за отсутствия процессов торможения и разгона, необходимых для достижения критерия точного останова.
- Улучшение условий резания благодаря более равномерной эпюре скоростей.

Режим управления траекторией имеет смысл, если:

- Контур должен быть пройден по возможности быстро (к примеру, с ускоренным ходом).
- Точная характеристика в рамках критерия ошибки может отличаться от запрограммированной, чтобы создать непрерывную постоянную характеристику.

Режим управления траекторией не имеет смысла, если:

- Контур должен быть пройден точно.
- Требуется абсолютная стабильность скорости.

Примечание

Режим управления траекторией прерывается кадрами, не явно запускающими остановку предварительной обработки, к примеру, через:

- Обращение к определенным данным состояния станка ($A...)
- Вывод вспомогательных функций

Синтаксис

```
G64 ...
G641 ADIS=...
G641 ADISPOS=…
G642 ...
G643 ...
G644 ...
G645 ...
```

Значение

G64:	Режим управления траекторией со снижением скорости согласно коэффициенту перегрузки
G641:	Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути
ADIS=...:	Критерий пути при G641 для траекторных функций G1, G2, G3, ...
ADISPOS=...:	Критерий пути при G641 для ускоренного хода G0
	Критерий пути (= интервал перешлифовки) ADIS или ADISPOS описывает участок, который кадр перешлифовки может начать самое раннее перед концом кадра или участок после конца кадра, на котором должен быть завершен кадр перешлифовки. **Указание:** Если ADIS/ADISPOS не программируется, то действует значение "ноль" и параметры движения как при G64. При коротких путях перемещения интервал перешлифовки уменьшается автоматически (до макс. 36 %).
G642:	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков В этом режиме перешлифовка обычно выполняется с соблюдением макс. допустимой погрешности траектории. Но вместо этого спец. для оси допуска может быть сконфигурировано и соблюдение макс. погрешности контура (допуск контура) или макс. углового отклонения ориентации инструмента (допуск ориентации. **Указание:** Расширение на допуск контура и ориентации существует только в системах с имеющейся опцией "Полиномиальная интерполяция".
G643:	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков (внутри кадра) С помощью G643, в отличие от G642, не создается отдельный кадр перешлифовки, а вставляются специфические для осей внутрикадровые движения перешлифовки. Путь перешлифовки может быть различным для каждой оси.
G644:	Режим управления траекторией с перешлифовкой с макс. возможной динамикой **Указание:** G644 при активной кинематической трансформации невозможна. Происходит внутреннее переключение на G642.
G645:	Режим управления траекторией с перешлифовкой углов с тангенциальными переходами кадров с соблюдением определенных допусков G645 работает на углах идентично G642. Но с G645 кадры перешлифовки создаются и на тангенциальных переходах кадров только тогда, когда ход изгиба оригинального контура минимум в одной оси имеет скачок.

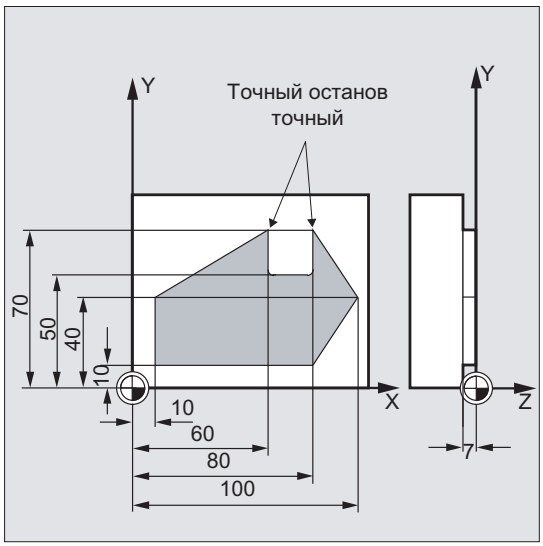
Примечание

Перешлифовка не является заменой для закругления углов (RND). Пользователь не должен предполагать, как будет выглядеть контур внутри зоны перешлифовки. Тип перешлифовки может зависеть и от динамических свойств, к примеру, скорости движения по траектории. Поэтому перешлифовка на контуре имеет смысл только с маленькими значениями ADIS. Если необходимо прохождение определенного контура на углу, то надо использовать RND.

ЗАМЕТКА

Если созданное через G641, G642, G643, G644 или G645 движение перешлифовки прерывается, то при последующем репозиционировании (REPOS) выполняется подвод не к точке прерывания, а к начальной или угловой точке оригинального кадра перемещения (в зависимости от режима REPOS).

Пример



Требуется точный подвод к обоим наружным углам на пазу. Остальной процесс изготовления должен происходить в режиме управления траекторией.

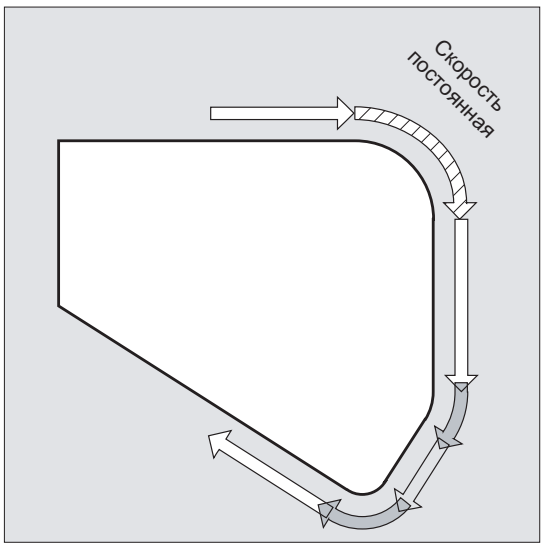
Программный код	Комментарий
N05 DIAMOF	; Радиус как указание размера.
N10 G17 T1 G41 G0 X10 Y10 Z2 S300 M3	; Переход к стартовой позиции, включение шпинделя, коррекция траектории.
N20 G1 Z-7 F8000	; Подача инструмента.
N30 G641 ADIS=0.5	; Зашлифовка переходов контура.
N40 Y40	
N50 X60 Y70 G60 G601	; Точный подвод к позиции с точным остановом точным.
N60 Y50	
N70 X80	
N80 Y70	

Программный код	Комментарий
N90 G641 ADIS=0.5 X100 Y40	; Зашлифовка переходов контура.
N100 X80 Y10	
N110 X10	
N120 G40 G0 X-20	; Выключение коррекции траектории.
N130 Z10 M30	; Отвод инструмента, конец программы.

Дополнительная информация

Режим управления траекторией G64

В режиме управления траекторией инструмент проходит тангенциальные контурные переходы с возможной постоянной скоростью движения по траектории (без притормаживания на границах кадра). Перед углами и кадрами с точным остановом выполняется опережающее торможение (LookAhead).



Обход углов осуществляется также с постоянной скоростью. Для уменьшения ошибок контура скорость соответственно снижается с учетом предела ускорения и коэффициента перегрузки.

Примечание

Степень шлифовки переходов контура зависит от скорости подачи и коэффициента перегрузки. Коэффициент перегрузки может быть установлен в MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR.

Через установку MD20490 $MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS перешлифовка переходов кадров всегда выполняется независимо от установленного коэффициента перегрузки.

Во избежание нежелательной остановки движения по траектории (свободное резание!) следует учитывать следующие моменты:

- Вспомогательные функции, включаемые после окончания движения или перед следующим движением, прерывают режим управления траекторией (исключение: быстрые вспомогательные функции).
- Позиционирующие оси всегда перемещаются по принципу точного останова, окно позиционирования точное (как `G601`). Если в кадре ЧПУ необходимо ждать позиционирующие оси, то режим управления траекторией траекторных осей прерывается.

Промежуточно запрограммированные кадры только с комментариями, кадрами вычисления или вызовами подпрограмм, напротив, не приводят к помехам.

Примечание

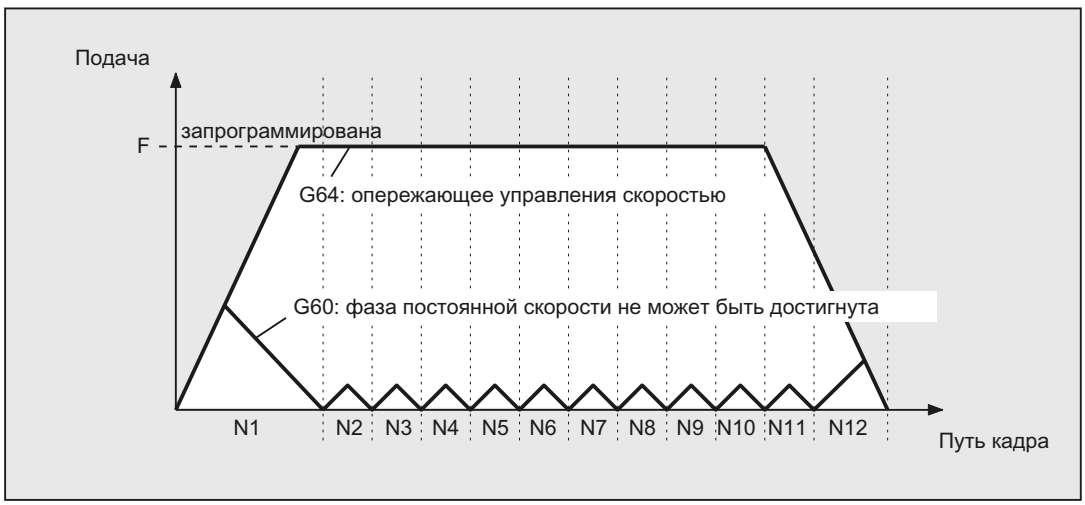
Если не все траекторные оси включены в `FGROUP`, то часто на переходах кадра для не включенных осей происходит скачок скорости, который СЧПУ ограничивает посредством уменьшения скорости на смене кадров до разрешенного через MD32300 $MA_MAX_AX_ACCEL und MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR значения. Этого притормаживания можно избежать, смягчив заданную связь позиций траекторных осей через перешлифовку.

Опережающее управление скоростью LookAhead

В режиме управления траекторией с СЧПУ заранее автоматически определяет управление скоростью для нескольких кадров ЧПУ. Благодаря этому ускорение и торможение для аппроксимирующих тангенциальных переходов может осуществляться через несколько кадров.

Прежде всего благодаря опережающему управлению скоростью с высокими траекторными подачами можно создавать цепочки движений, которые состоят из коротких сегментов перемещения.

Максимальное количество кадров ЧПУ, на которое может осуществляться опережение, может быть установлено через машинные данные.



Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути (G641)

При G641 СЧПУ вставляет переходные элементы на переходах контура. С помощью интервала перешлифовки ADIS (или ADISPOS при G0) указывается макс. разрешенная зашлифовка углов. В пределах интервала перешлифовки СЧПУ может разрывать траекторную связь и заменять ее на динамически-оптимальный путь.

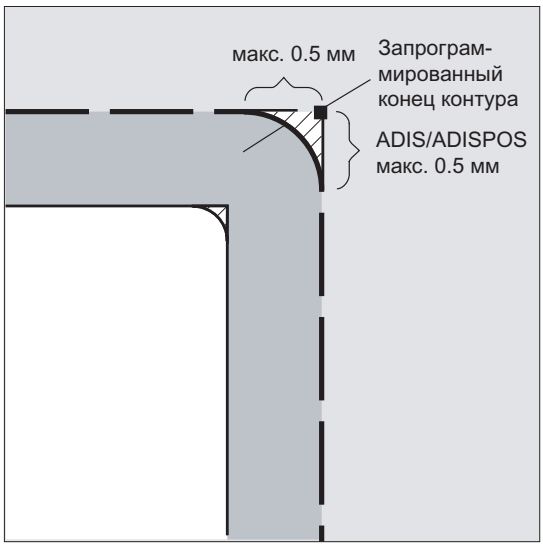
Недостаток: Для всех осей доступно только одно значение ADIS.

G641 действует подобно RNDM, но не ограничена осями рабочей плоскости.

Как и G64, G641 работает с опережающим управлением скоростью LookAhead. Подвод к кадрам перешлифовки с сильным изгибом осуществляется с уменьшенной скоростью.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 G641 ADIS=0.5 G1 X... Y...	; Кадр перешлифовки может начинаться самое меньшее за 0,5 мм перед запрограммированным концом кадра и должен заканчиваться через 0,5 мм после конца кадра. Эта установка действует модально.



Примечание

Перешлифовка не может и не должна подменять функции для определенного сглаживания (RND, RNDM, ASPLINE, BSPLINE, CSPLINE).

Перешлифовка с осевой точностью при G642

При G642 перешлифовка осуществляется не в пределах определенной области ADIS, а соблюдаются определенные с MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL осевые допуски. Путь перешлифовки определяется из кратчайшего пути перешлифовки всех осей. Это значение учитывается при создании кадра перешлифовки.

Внутрикадровая перешлифовка при G643

Максимальные отклонения от точного контура устанавливаются при перешлифовке с `G643` через машинные данные MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL для каждой оси.

С помощью `G643` не создается свой кадр перешлифовки, а вставляются специфические для осей внтурикадровые движения перешлифовки. При `G643` путь перешлифовки каждой оси может быть различным.

Перешлифовка с допуском контура и ориентации при G642/G643

С помощью MD20480 $MC_SMOOTHING_MODE перешлифовка с `G642` и `G643` может быть сконфигурирована таким образом, что вместо специфических для осей допусков будут действовать допуск контура и допуск ориентации.

Допуск контура и ориентации задаются в спец. для канала установочных данных:

SD42465 $SC_SMOOTH_CONTUR_TOL (макс. погрешность контура)

SD42466 $SC_SMOOTH_ORI_TOL (макс. угловое отклонение ориентации инструмента)

Установочные данные могут программироваться и программе ЧПУ и тем самым задаваться разными для каждого перехода кадра. Очень разные параметры для допуска контура и допуска ориентации инструмента могут сказываться только при `G643`.

Примечание

Расширение на допуск контура и ориентации существует только в системах с имеющейся опцией "Полиномиальная интерполяция".

Примечание

Для перешлифовки с соблюдением допуска ориентации, должна быть активна трансформация ориентации.

Перешлифовка с макс. возможной динамикой при G644

Перешлифовка с макс. возможной динамикой конфигурируется в MD20480 $MC_SMOOTHING_MODE на четвертой позиции:

Значение	Значение
0	Задача макс. осевых погрешностей с: MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL
1	Задача макс. пути перешлифовки через программирование: `ADIS=...` или `ADISPOS=...`
2	Задача макс. возможных частот каждой оси в области перешлифовки с: MD32440 $MA_LOOKAH_FREQUENCY Область перешлифовки устанавливается таким образом, чтобы при движении перешлифовки не возникали частоты, превышающие заданную макс. частоту.
3	При перешлифовке с `G644` не контролируется ни допуск, ни интервал перешлифовки. Каждая ось движется с макс. возможной динамикой вокруг угла. При `SOFT` соблюдается как макс. ускорение, так и макс. рывок каждой оси. При `BRISK` рывок не ограничивается, а каждая ось движется с макс. возможным ускорением.

Перешлифовка тангенциальных переходов кадров при G645

Движение перешлифовки при G645 определяется таким образом, что все участвующие оси не получают скачка в ускорении и спараметрированные макс. отклонения от оригинального контура (MD33120 $MA_PATH_TRANS_POS_TOL) не превышаются.

На ломанных, не тангенциальных переходах кадров характеристика перешлифовки как при G642.

Без промежуточных кадров перешлифовки

В следующих случаях промежуточный кадр перешлифовки не вставляется:

- Между обеими кадрами осуществляется остановка.

  Это происходит, если:

  - Вывод вспомогательной функции стоит перед движением в последующем кадре.
  - Последующий кадр не содержит движения по траектории.
  - Для последующего кадра в первый раз ось, которая до этого была позиционирующей осью, перемещается как траекторная ось.
  - Для последующего кадра в первый раз ось, которая до этого была траекторной осью, перемещается как позиционирующая ось.
  - Предшествующий кадр перемещает гео-оси, а последующий кадр нет.
  - Последующий кадр перемещает гео-оси, а предыдущий кадр нет.
  - Перед резьбонарезанием Последующий кадр имеет G33 как функцию перемещения, а предшествующий кадр нет.
  - Осуществляется переключение между BRISK и SOFT.
  - Значимые для трансформации оси не полностью согласованы с движением по траектории (к примеру, при качании, позиционирующие оси).

- Кадр перешлифовки замедлил бы выполнение программы обработки деталей.

  Это происходит:

  - Между очень кроткими кадрами.

    Так как для каждого кадра необходимо минимум один такт интерполяции, то вставленный промежуточный кадр удвоил бы время обработки.

  - Если переход кадра с G64 (режим управления траекторией без перешлифовки) может быть пройден без уменьшения скорости.

    Перешлифовка увеличила бы время обработки. Т.е. значение разрешенного коэффициента перегрузки (MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR) влияет на то, будет ли выполнена перешлифовка перехода кадра или нет. Коэффициент перегрузки учитывается только при перешлифовке с G641 / G642. При перешлифовке с G643 коэффициент перегрузки не имеет влияния (такое поведение может быть установлено и для G641 и G642 , для этого установить MD20490 $MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE).

- Перешлифовка не спараметрирована.

  Это происходит, если:

  - При `G641` в кадрах `G0ADISPOS=0` (предустановка!).
  - При `G641` не в кадрах `G0ADIS=0` (предустановка!).
  - При `G641` на переходе между `G0` и не `G0` или не `G0` и `G0` действует меньшее значение из `ADISPOS` и `ADIS`.
  - При `G642/G643` все специфические для осей допуски равны нулю.

- Кадр не содержит движения перемещения (нулевой кадр).

  Это происходит, если:

  - Активны синхронные действия.

    Обычно нулевые кадры удаляются интерпретатором. Но если синхронные действия активны, то этот нулевой кадр вставляется в цепочку и выполняется. При этом запускается точный останов согласно активному программированию. Тем самым синхронное действие должно получить возможность для переключения.

  - Через переходы в программе создаются нулевые кадры.

Режим управления траекторией при ускоренном ходе G0

И для движения ускоренным ходом должна быть указана одна из названных функций `G60`/`G9` или `G64` или `G641` - `G645`. В иных случаях действует введенная через машинные данные предварительная установка.

Литература

Дополнительную информацию по режиму управления траекторией см.:
Описание функций "Основные функции"; Режим управления траекторией, точный останов, LookAhead (B1)

Трансформации координат (фреймы) 12

12.1 Фреймы

Фрейм

Фрейм это автономное правило вычисления, которое переводит одну декартову систему координат в другую декартову систему координат.

Базовый фрейм (базовое смещение)

Базовый фрейм описывает трансформацию координат из базовой кинематической системы (BKS) в базовую систему нулевой точки (BNS) и действует как устанавливаемые фреймы.

См. Базовая кинематическая система (BKS) [Страница 28].

Устанавливаемые фреймы

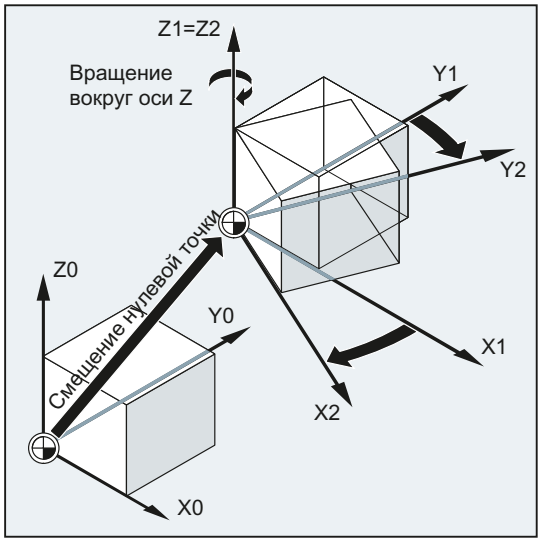
Устанавливаемые фреймы это вызываемые с помощью команд `G54` до `G57` и `G505` до `G599` из любой программы ЧПУ устанавливаемые смещения нулевой точки. Значения смещения предварительно устанавливаются оператором и сохраняются в памяти нулевой точки СЧПУ. С их помощью определяется настраиваемая система нулевой точки (ENS).

См.:

- Настраиваемая система нулевой точки (ENS) [Страница 31]
- Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]

Программируемые фреймы

Иногда имеет смысл или требуется переместить в программе ЧПУ первоначально выбранную систему координат детали (или "Настраиваемую систему нулевой точки") на другую позицию и при необходимости повернуть, отразить и/или масштабировать. Это осуществляется через программируемые фреймы.



См. Фрейм-операторы [Страница 339].

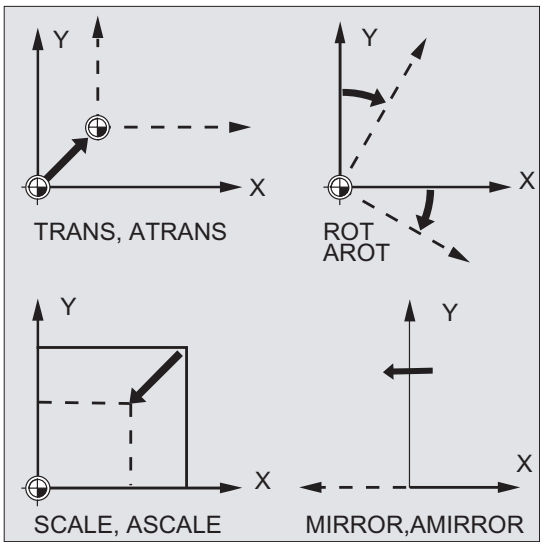
12.2 Фрейм-операторы

Функция

Операторы для программируемых фреймов действуют в актуальной программе ЧПУ. Они действуют либо аддитивно, либо как замещение:

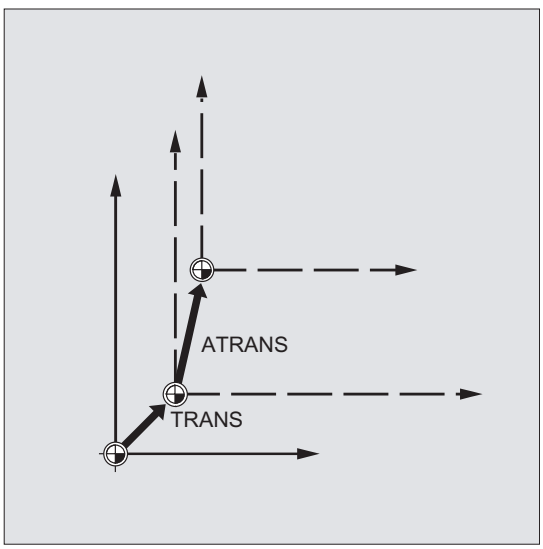
- Замещающий оператор

  Удаляет все запрограммированные прежде фрейм-операторы. Исходной точкой служит последнее вызванное устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).



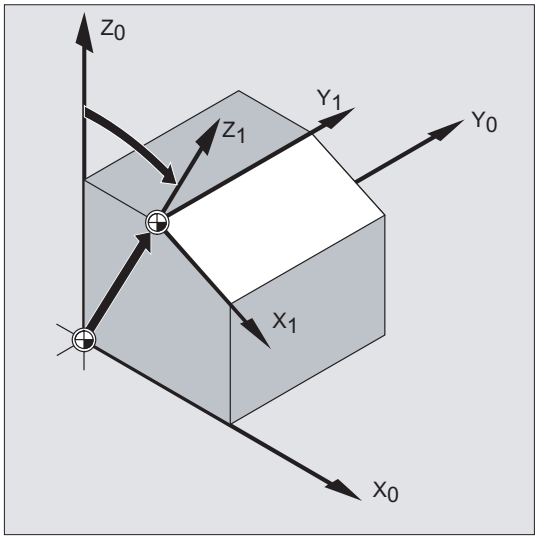
- Аддитивный оператор

  Устанавливается на уже существующий фрейм. Исходной точкой служит актуальная установленная или последняя запрограммированная через фрейм-оператор нулевая точка детали.



Использование

- Смещение нулевой точки на любую позицию на детали.
- Точная установка осей координат через вращение параллельно желаемой рабочей плоскости.



Преимущества

В одном зажиме можно:

- обрабатывать наклонные поверхности.
- изготовлять отверстия с различными углами.
- выполнять многосторонние обработки.

Примечание

При обработке в наклонных рабочих плоскостях необходимо – в зависимости от кинематики станка – учитывать условия для рабочей плоскости и коррекции инструмента.

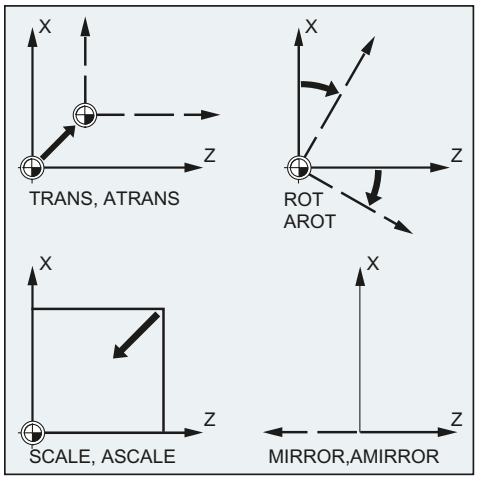
Синтаксис

Замещающие операторы:	Аддитивные операторы:
`TRANS X… Y… Z…`	`ATRANS X… Y… Z…`
`ROT X… Y… Z…`	`AROT X… Y… Z…`
`ROT RPL=…`	`AROT RPL=…`
`ROTS/CROTS X... Y...`	`AROTS X... Y...`
`SCALE X… Y… Z…`	`ASCALE X… Y… Z…`
`MIRROR X0/Y0/Z0`	`AMIRROR X0/Y0/Z0`

Примечание

Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение



`TRANS/ATRANS`: Смещение WCS в направлении указанной гео-оси(ей)

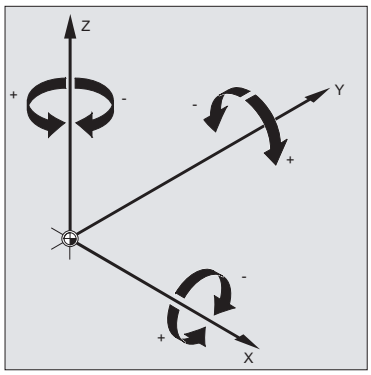
`ROT/AROT`: Вращение WCS:

- через соединение отдельных вращений вокруг указанной гео-оси(ей)

  или

- на угол `RPL=...` в актуальной рабочей плоскости (`G17`/`G18`/`G19`)

Направление вращения:



Последовательность вращений:

с представлением RPY:	Z, Y', X''
с углом Эйлера:	Z, X', Z''

Диапазон значений: Углы поворота определены однозначно только в следующих диапазонах:

с представлением RPY:	-180	≤	x	≤	180
	-90	<	y	<	90
	-180	≤	z	≤	180
с углом Эйлера:	0	≤	x	<	180
	-180	≤	y	≤	180
	-180	≤	z	≤	180

ROTS/AROTS:	Вращение WCS через указание пространственных углов Ориентация плоскости в пространстве однозначно определена через указание двух пространственных углов. Поэтому может быть запрограммировано макс. 2 пространственных угла: ROTS/AROTS X... Y... / Z... X... / Y... Z...
CROTS:	CROTS действует как ROTS, но относится к действующему фрейму в системе УД.
SCALE/ASCALE:	Масштабирование в направлении указанной гео-оси(ей) для увеличения/уменьшения контура
MIRROR/AMIRROR:	Отражение WCS через отражение (перемена направления) указанной гео-оси Значение: выбирается свободно (здесь: "0")

Примечание

Фрейм-операторы могут использоваться по отдельности или произвольно комбинироваться друг с другом.

ВНИМАНИЕ

Фрейм-операторы выполняются в запрограммированной последовательности.

Примечание

Аддитивные операторы часто используются в подпрограммах. Определенные в главной программе базовые операторы сохраняются после завершения подпрограммы, если подпрограмма была запрограммирована с атрибутом SAVE.

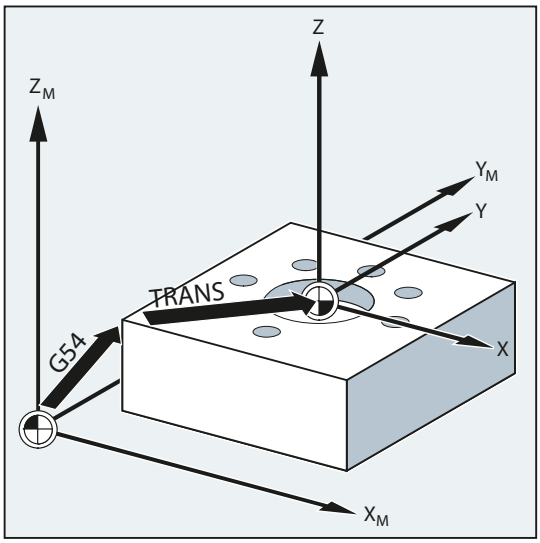
12.3 Программируемое смещение нулевой точки

12.3.1 Смещение нулевой точки (TRANS, ATRANS)

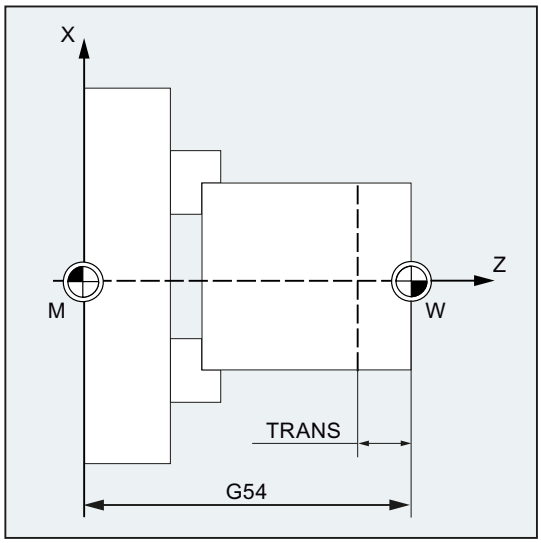
Функция

С помощью TRANS/ATRANS для всех траекторных и позиционирующих осей можно запрограммировать смещения нулевой точки в направлении указанной оси. Благодаря этому можно работать с разными нулевыми точками, к примеру, к примеру, при повторяющихся технологических операциях на различных позициях детали.

Фрезерование:



Токарная обработка:



Синтаксис

```
TRANS X… Y… Z…
ATRANS X… Y… Z…
```

Примечание

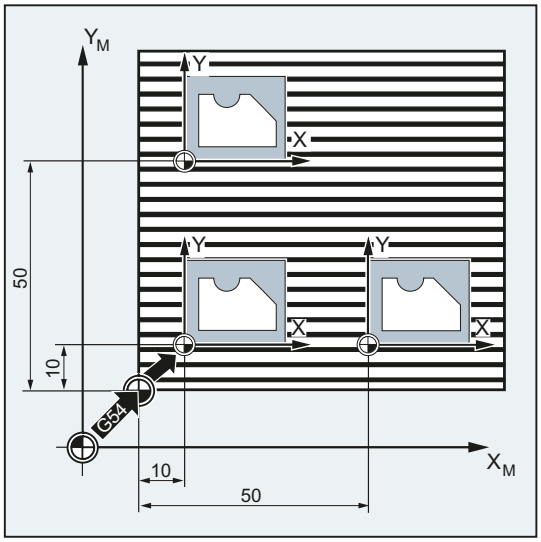
Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

TRANS:	Абсолютное смещение нулевой точки, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599 нулевой точки детали
ATRANS:	как TRANS, но аддитивное смещение нулевой точки
X... Y... Z...:	Значения смещения в направлении указанных гео-осей

Примеры

Пример 1: Фрезерование



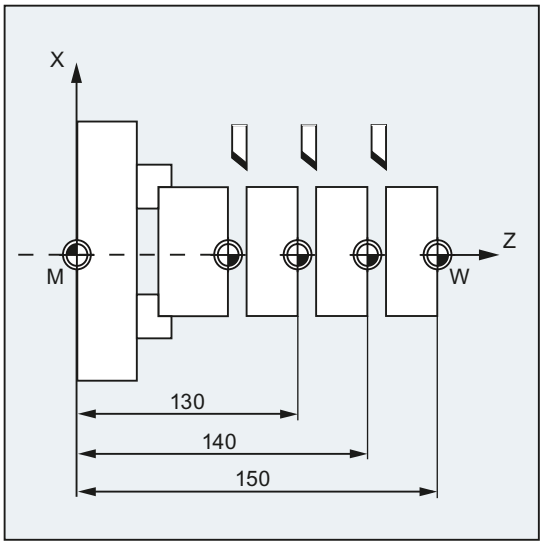
У этой детали показанные формы встречаются несколько раз в одной программе.

Последовательность обработки для этой формы зафиксирована в подпрограмме.

Через смещение нулевой точки устанавливаются соответствующие требуемые нулевые точки детали и после вызывается подпрограмма.

Программный код	Комментарий
N10 G1 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Переход к стартовой точке
N30 TRANS X10 Y10	; Абсолютное смещение
N40 L10	; Вызов подпрограммы
N50 TRANS X50 Y10	; Абсолютное смещение
N60 L10	; Вызов подпрограммы
N70 M30	; Конец программы

Пример 2: Токарная обработка



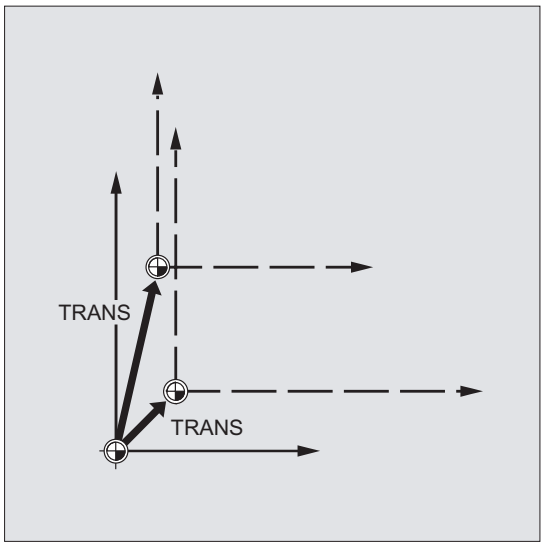
Программный код	Комментарий
N.. ...	
N10 TRANS X0 Z150	; Абсолютное смещение
N15 L20	; Вызов подпрограммы
N20 TRANS X0 Z140 (или ATRANS Z-10)	; Абсолютное смещение
N25 L20	; Вызов подпрограммы
N30 TRANS X0 Z130 (или ATRANS Z-10)	; Абсолютное смещение
N35 L20	; Вызов подпрограммы
N.. ...	

Дополнительная информация

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

Смещение нулевой точки на запрограммированные в соответствующих указанных осевых направлениях (траекторные, синхронные и позиционирующие оси) значения смещения. Исходной точкой служит последнее указанное устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).

ЗАМЕТКА
Команда `TRANS` сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.

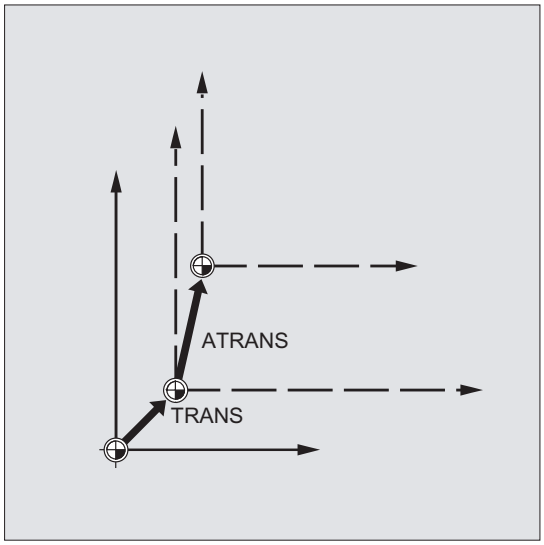


Примечание

Смещение, надстраиваемое на уже существующие фреймы, должно быть запрограммировано с `ATRANS`.

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

Смещение нулевой точки на запрограммированные в соответствующих указанных осевых направлениях значения смещения. Исходной точкой служит актуальная установленная или последняя запрограммированная нулевая точка.



12.3.2 Осевое смещение нулевой точки (G58, G59)

Примечание

У SINUMERIK 828D функциональность команд G58/G59 отличается от таковой у SINUMERIK 840D sl:

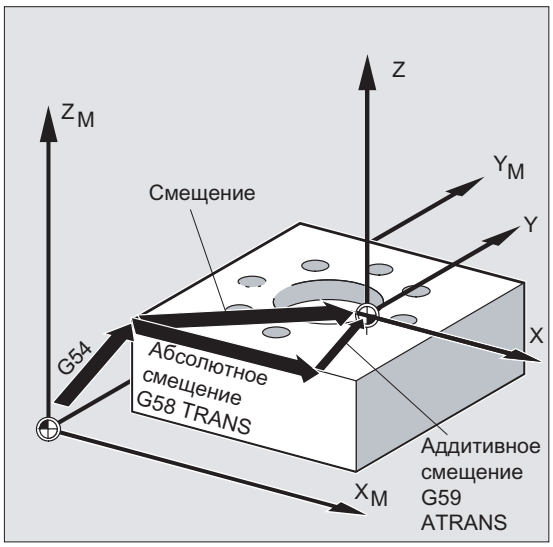
- G58: Вызов 5-ого устанавливаемого смещения нулевой точки (соответствует команде G505 у SINUMERIK 840D sl)
- G59: Вызов 6-ого устанавливаемого смещения нулевой точки (соответствует команде G506 у SINUMERIK 840D sl)

Поэтому следующее описание G58/G59 действительно только для SINUMERIK 840D sl.

Функция

С помощью функций G58 и G59 может быть осуществлено осевое замещение долей смещения программируемого смещения нулевой точки:

- с G58 абсолютная доля смещения (грубое смещение)
- с G59 аддитивная доля смещения (точное смещение)



Условия

Функции G58 и G59 могут использоваться только при спроектированном точном смещении (MD24000 $MC_FRAME_ADD_COMPONENTS = 1).

Синтаксис

```
G58 X… Y… Z… A…
G59 X… Y… Z… A…
```

Примечание

Каждый замещающий оператор G58 и G59 должен быть запрограммирован в отдельном кадре.

Значение

G58:	G58 заменяет абсолютную долю смещения программируемого смещения нулевой точки для указанной оси, аддитивно запрограммированное смещение сохраняется. Исходной точкой служит последнее вызванное устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).
G59:	G59 заменяет аддитивную долю смещения программируемого смещения нулевой точки для указанной оси, абсолютно запрограммированное смещение сохраняется.
X… Y… Z…:	Значения смещения в направлении указанных гео-осей

Пример

```
Программный код            Комментарий
...
N50 TRANS X10 Y10 Z10      ; Абсолютная доля смещения X10 Y10 Z10
N60 ATRANS X5 Y5           ; Аддитивная доля смещения X5 Y5
                             → Общее смещение: X15 Y15 Z10
N70 G58 X20                ; Абсолютная доля смещения X20
                             + Аддитивная доля смещения X5 Y5
                             → Общее смещение X25 Y15 Z10
N80 G59 X10 Y10            ; Аддитивная доля смещения X10 Y10
                             + Абсолютная доля смещения X20 Y10
                             → Общее смещение X30 Y20 Z10
...
```

Дополнительная информация

Абсолютная доля смещения изменяется через следующие команды:

- TRANS
- G58
- CTRANS
- CFINE
- $P_PFRAME[X,TR]

Аддитивная доля смещения изменяется через следующие команды:

- ATRANS
- G59
- CTRANS
- CFINE
- $P_PFRAME[X,FI]

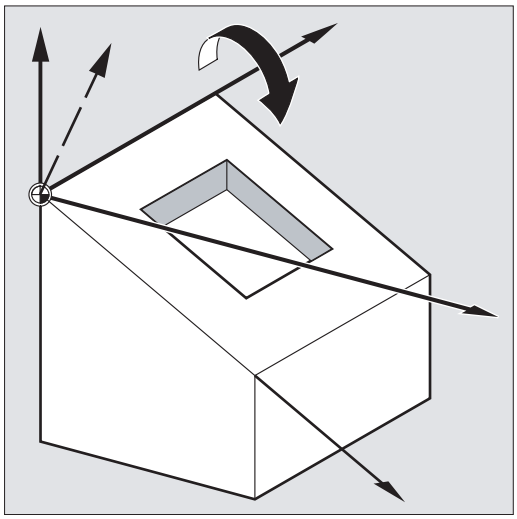
Следующая таблица описывает действие различных программных команд на абсолютное и аддитивное смещение.

Команда	Грубое или абсолютное смещение	Точное или аддитивное смещение	Комментарий
`TRANS X10`	10	Без изменений	Абсолютное смещение для X
`G58 X10`	10	Без изменений	Перезапись абсолютного смещения для X
`$P_PFRAME[X,TR]=10`	10	Без изменений	Программируемое смещение в X
`ATRANS X10`	Без изменений	Точное (alt) + 10	Аддитивное смещение для X
`G59 X10`	Без изменений	10	Перезапись аддитивного смещения для X
`$P_PFRAME[X,FI] = 10`	Без изменений	10	Запрограммированное Точное смещение в X
`CTRANS(X,10)`	10	0	Смещение для X
`CTRANS()`	0	0	Выключение смещения (включая долю точного смещения)
`CFINE(X,10)`	0	10	Точное смещение в X

12.4 Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL)

Функция

С помощью ROT/AROT система координат детали может поворачиваться по выбору вокруг каждой из трех геометрич. осей X, Y, Z или на угол RPL в выбранной рабочей плоскости G17 до G19 (или вокруг вертикальной оси подачи). Благодаря этому могут обрабатываться наклонные поверхности или неск. сторон детали в одном зажиме.



Синтаксис

```
ROT X… Y… Z…
ROT RPL=…
AROT X… Y… Z…
AROT RPL=…
```

Примечание

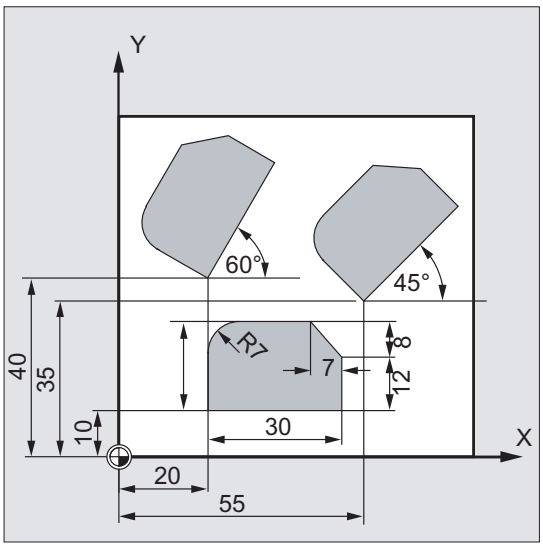
Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

ROT:	Абсолютное вращение, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599 нулевой точки детали
RPL:	Вращение в плоскости: Угол, на который поворачивается система координат (плоскость установлена с G17 ... G19) Последовательность, в которой должно осуществляться вращение, может быть определена через машинные данные. В стандартной установке действует представление RPY (= Roll, Pitch, Yaw) с Z, Y, X.
AROT:	Аддитивное вращение, относительно актуальной действующей, установленной или запрограммированной нулевой точки
X... Y... Z...:	Вращение в пространстве: геометрические оси, вокруг которых осуществляется вращение

Примеры

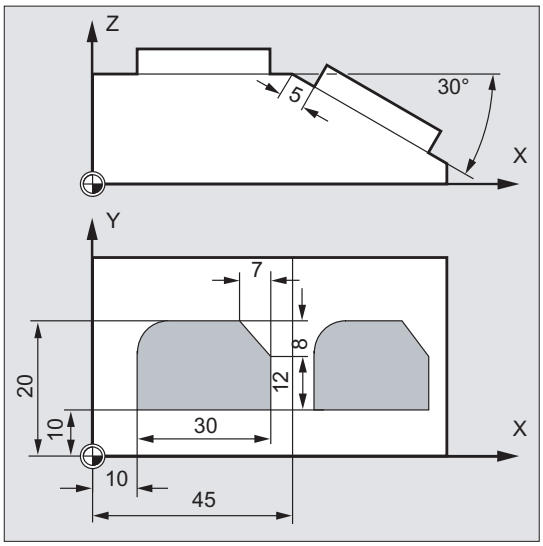
Пример 1: Вращение в плоскости



У этой детали показанные формы встречаются несколько раз в одной программе. Дополнительно к смещению нулевой точки должны быть осуществлены вращения, так как формы расположены не параллельно осям.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 TRANS X20 Y10	; Абсолютное смещение
N30 L10	; Вызов подпрограммы
N40 TRANS X55 Y35	; Абсолютное смещение
N50 AROT RPL=45	; Поворот системы координат на 45°
N60 L10	; Вызов подпрограммы
N70 TRANS X20 Y40	; Абсолютное смещение (сбрасывает все предыдущие смещения)
N80 AROT RPL=60	; Аддитивное вращение на 60°
N90 L10	; Вызов подпрограммы
N100 G0 X100 Y100	; Отвод
N110 M30	; Конец программы

Пример 2: Вращение в пространстве

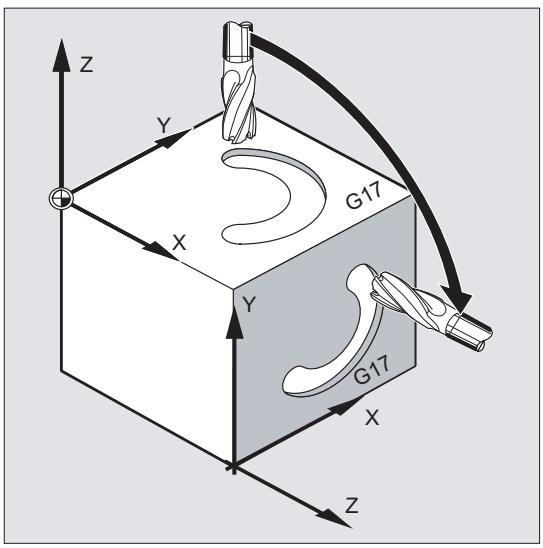


В этом примере в одном зажиме должны быть обработаны параллельные осям и наклонные поверхности детали.

Условие:
Инструмент должен быть точно установлен вертикально к наклонной плоскости в повернутом направлении Z.

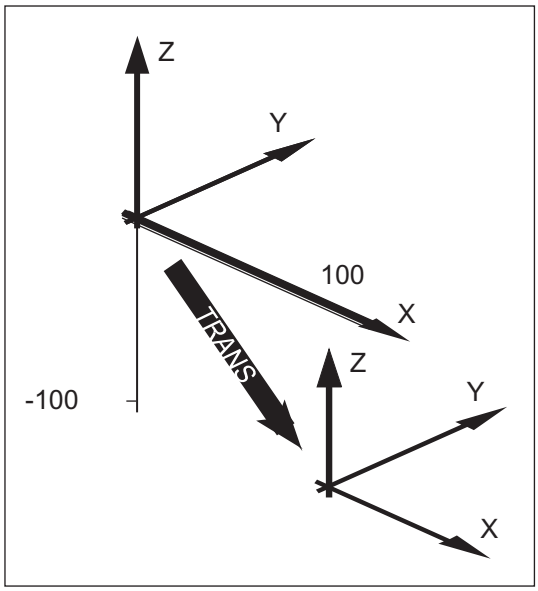
Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 TRANS X10 Y10	; Абсолютное смещение
N30 L10	; Вызов подпрограммы
N40 ATRANS X35	; Аддитивное смещение
N50 AROT Y30	; Вращение вокруг оси Y
N60 ATRANS X5	; Аддитивное смещение
N70 L10	; Вызов подпрограммы
N80 G0 X300 Y100 M30	; Отвод, конец программы

Пример 3: Многосторонняя обработка

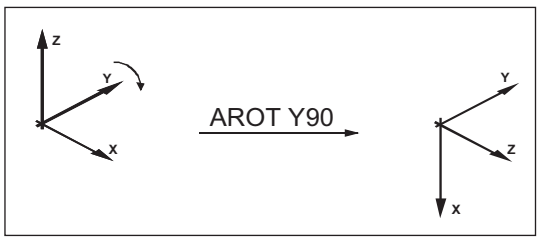


В этом примере в двух расположенных вертикально друг к другу поверхностях детали через подпрограммы изготовляются идентичные формы. В новой системе координат на правой поверхности детали направление подачи, рабочая плоскость и нулевая точка установлены как в верхней поверхности. При этом дальше действуют необходимые для выполнения подпрограммы условия: рабочая плоскость G17, плоскость координат X/Y, направление подачи Z.

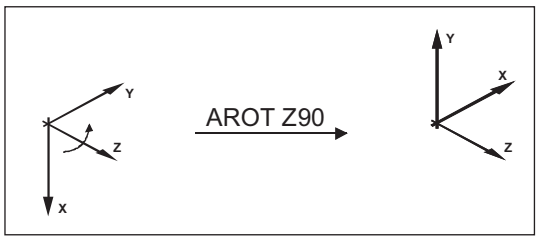
Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 L10	; Вызов подпрограммы
N30 TRANS X100 Z-100	; Абсолютное смещение



N40 AROT Y90	; Вращение системы координат вокруг Y



N50 AROT Z90	; Вращение системы координат вокруг Z



N60 L10	; Вызов подпрограммы
N70 G0 X300 Y100 M30	; Отвод, конец программы

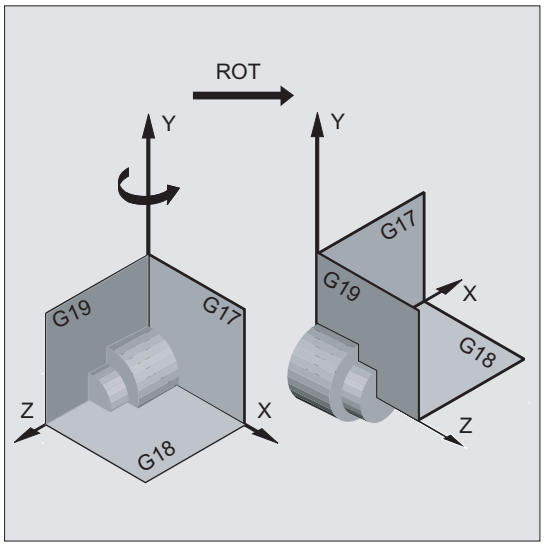
Дополнительная информация

Вращение в плоскости

Система координат поворачивается:

- в выбранной с помощью G17 до G19 плоскости.

  Замещающий оператор `ROT RPL=...` или аддитивный оператор `AROT RPL=...`
- в актуальной плоскости на запрограммированный с `RPL=...` угол поворота.



Примечание

Дальнейшие объяснения см. вращение в пространстве.

Смена плоскостей

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если после вращения программируется смена плоскостей (G17 до G19), то запрограммированные углы поворота для соответствующих осей сохраняются и после действуют и в новой рабочей плоскости. Поэтому рекомендуется отключить вращение перед сменой плоскостей.

Выключение вращения

Для всех осей: `ROT` (без указания оси)

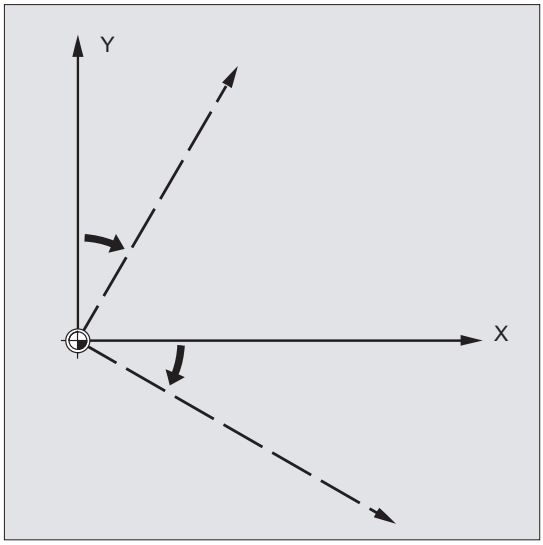
ВНИМАНИЕ

Все фрейм-компоненты запрограммированного до этого фрейма сбрасываются.

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

Система координат поворачивается вокруг указанных осей с запрограммированным углом поворота. Точкой поворота служит последнее указанное устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).

ЗАМЕТКА
Команда `ROT` сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.

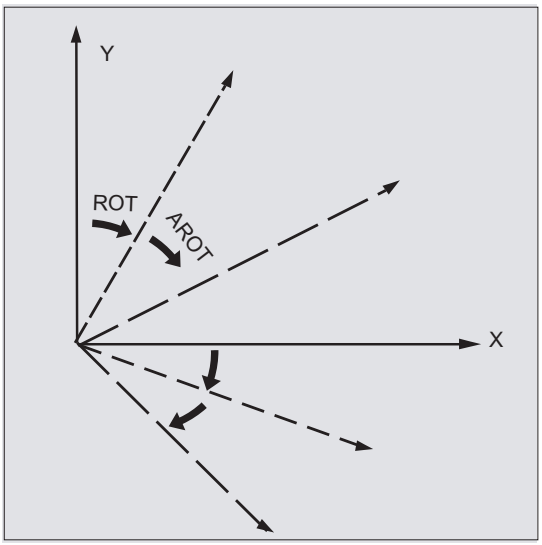


Примечание

Новое вращение, надстраиваемое на уже существующие фреймы, должно быть запрограммировано с `AROT`.

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

Поворот на запрограммированные в соответствующем указанном осевом направлении угловые значения. В качестве точки вращения служит актуальная установленная или последняя запрограммированная нулевая точка.

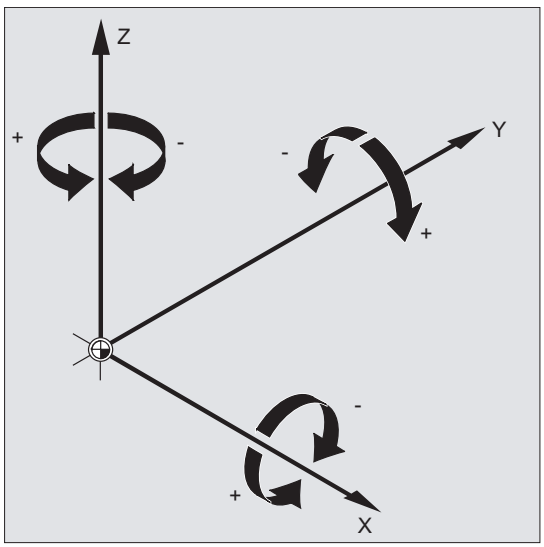


Примечание

Просьба соблюдать для обоих операторов последовательность и направление вращения, в котором выполняются вращения!

Направление вращения

Как положительный угол поворота установлен: взгляд в направлении положительной оси координат и вращение по часовой стрелке.



Последовательность вращений

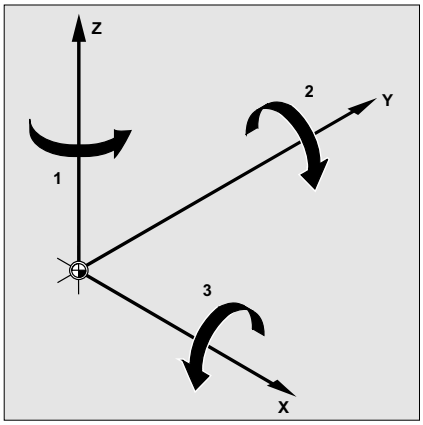
В одном кадре ЧПУ возможно одновременное вращение макс. вокруг трех гео-осей.

Последовательность, в которой выполняются вращения, определяется через машинные данные (MD10600 $MN_FRAME_ANGLE_INPUT_MODE):

- Представление RPY: Z, Y', X''
- Угол Эйлера: Z, X', Z''

С представлением RPY-Notation (стандартная установка) получается следующая последовательность:

1. Вращение вокруг 3-ей геометрической оси (Z)
2. Вращение вокруг 2-ой геометрической оси (Y)
3. Вращение вокруг 1-ой геометрической оси (X)



Эта последовательность действует тогда, когда геометрические оси программируются в **одном** кадре. Она действует независимо и от последовательности ввода. Если должны вращаться только две оси, то указание 3-ей оси (значение ноль) не требуется.

Диапазон значений с углом RPY

Углы определены однозначно **только** в следующих диапазонах значений:

Вращение вокруг 1-ой гео-оси: -180° ≤ X ≤ +180°

Вращение вокруг 2-ой геометрической оси: -90° ≤ Y ≤ +90°

Вращение вокруг 3-ой геометрической оси: -180° ≤ Z ≤ +180°

В этом диапазоне значений могут быть представлены все возможные вращения. Значения, выходящие за пределы этого диапазона, при записи и чтении нормируются СЧПУ в вышеуказанный диапазон. Этот диапазон значений действует и для фрейм-переменных.

Примеры считывания для RPY

$P_UIFR[1] = CROT(X, 10, Y, 90, Z, 40)
дает при считывании:
$P_UIFR[1] = CROT(X, 0, Y, 90, Z, 30)

$P_UIFR[1] = CROT(X, 190, Y, 0, Z, -200)
дает при воспроизведении
$P_UIFR[1] = CROT(X, -170, Y, 0, Z, 160)

При записи и чтении компонентов вращения фрейма необходимо соблюдение пределов диапазона значений, чтобы при записи и чтении или при повторной записи были получены те же результаты.

Диапазон значений с эйлеровым углом

Углы определены однозначно **только** в следующих диапазонах значений:

Вращение вокруг 1-ой гео-оси: 0° ≤ X ≤ +180°

Вращение вокруг 2-ой геометрической оси: -180° ≤ Y ≤ +180°

Вращение вокруг 3-ой геометрической оси: -180° ≤ Z ≤ +180°

В этом диапазоне значений могут быть представлены все возможные вращения. Значения, выходящие за пределы этого диапазона, нормируются СЧПУ в вышеуказанный диапазон. Этот диапазон значений действует и для фрейм-переменных.

⚠ ВНИМАНИЕ

Для возможности однозначного считывания записанных углов, обязательно необходимо соблюдать определенные диапазоны значений.

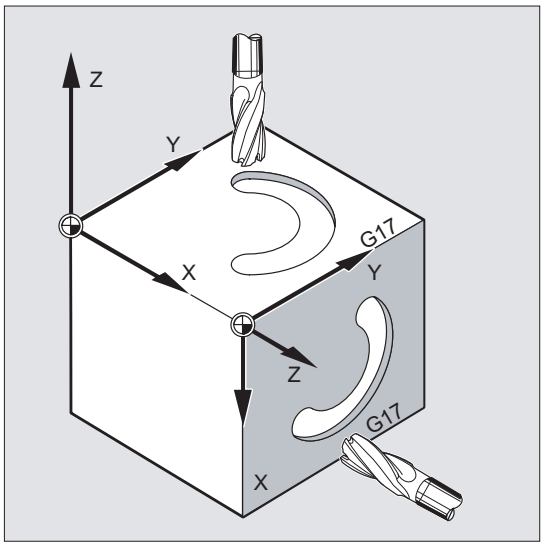
Примечание

Если необходимо установить последовательность вращений индивидуально, то запрограммировать последовательно для каждой оси с помощью `AROT` желаемое вращение.

Рабочая плоскость также вращается

При пространственном вращении также вращается и рабочая плоскость, определенная с помощью G17, G18 или G19.

Пример: Рабочая плоскость G17 X/Y, система координат детали лежит на перекрывающей поверхности детали. Посредством смещения и вращения система координат смещается в одну из боковых поверхностей. Рабочая плоскость G17 также вращается. Благодаря этому ровные заданные конечные положения могут дальше программироваться в координатах X/Y, а подача – в направлении Z.



Условие:
Инструмент должен располагаться вертикально к рабочей плоскости, положительное направление оси подачи показывает в направлении зажима инструмента. Посредством указания `CUT2DF` коррекция радиуса инструмента действует в повернутой плоскости.

12.5 Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS)

Функция

Ориентации в пространстве могут быть определены через программирование вращений фреймов с пространственными углами. Для этого предлагаются команды `ROTS`, `AROTS` и `CROTS`. `ROTS` и `AROTS` ведут себя аналогично `ROT` и `AROT`.

Синтаксис

Ориентация плоскости в пространстве однозначно определена через указание двух пространственных углов. Поэтому может быть запрограммировано макс. 2 пространственных угла:

- При программировании пространственного угла X и Y, новая ось X лежит в старой плоскости Z/X.

  ```
  ROTS X... Y...
  AROTS X... Y...
  CROTS X... Y...
  ```

- При программировании пространственного угла Z и X, новая ось Z лежит в старой плоскости Y/Z.

  ```
  ROTS Z... X...
  AROTS Z... X...
  CROTS Z... X...
  ```

- При программировании пространственного угла Y и Z, новая ось Y лежит в старой плоскости X/Y.

  ```
  ROTS Y... Z...
  AROTS Y... Z...
  CROTS Y... Z...
  ```

Примечание

Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

ROTS:	Абсолютные вращения фреймов, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599 нулевой точки детали
AROTS:	Аддитивные вращения фреймов, относительно актуальной действующей, установленной или запрограммированной нулевой точки
CROTS:	Вращения фреймов с пространственными углами, относительно действительного фрейма в системе УД с вращениями в указанных осях
X… Y…/Z… X…/Y… Z… :	Указание пространственного угла

Примечание

ROTS/AROTS/CROTS может быть запрограммирована и вместе с RPL и вызывает в этом случае вращение в установленной с G17 ... G19 плоскости:

```
ROTS/AROTS/CROTSRPL=...
```

12.6 Программируемый коэффициент масштабирования (SCALE, ASCALE)

Функция

Со SCALE/ASCALE для всех траекторных, синхронных и позиционирующих осей могут быть запрограммированы коэффициенты масштабирования для увеличения или уменьшения в направлении соответствующих указанных осей. Благодаря этому можно учитывать схожие геометрические формы или различные размеры усадки при программировании.

Синтаксис

```
SCALE X… Y… Z…
ASCALE X… Y… Z…
```

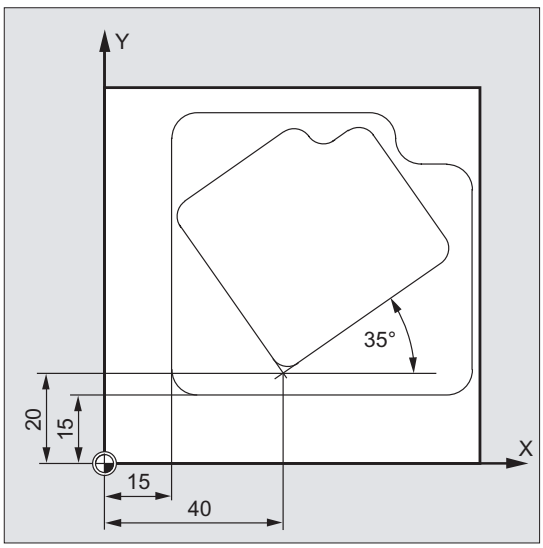
Примечание

Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

SCALE:	Абсолютное увеличение/уменьшение, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599, системы координат
ASCALE:	Аддитивное увеличение/уменьшение, относительно актуальной действующей, установленной или запрограммированной системы координат
X… Y… Z…:	Коэффициенты масштабирования в направлении указанных гео-осей

Пример



У этой детали оба кармана встречаются два раза, но с различными размерами и повернутые друг к другу. Последовательность обработки зафиксирована в подпрограмме.

Посредством смещения нулевой точки и вращения устанавливаются соответствующие необходимые нулевые точки детали, посредством масштабирования контур уменьшается и после этого снова вызывается подпрограмма.

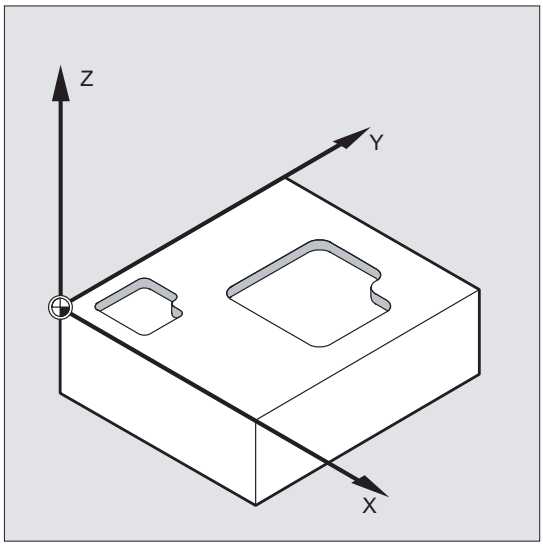
Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 TRANS X15 Y15	; Абсолютное смещение
N30 L10	; Изготовление большого кармана
N40 TRANS X40 Y20	; Абсолютное смещение
N50 AROT RPL=35	; Поворот в плоскости на 35°
N60 ASCALE X0.7 Y0.7	; Коэффициент масштабирования для маленького кармана
N70 L10	; Изготовление маленького кармана
N80G0 X300 Y100 M30	; Отвод, конец программы

Дополнительная информация

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

Для каждой оси может быть указан свой коэффициент масштабирования, на который может быть осуществлено увеличение или уменьшение. Масштабирование относится к установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599 системе координат детали.

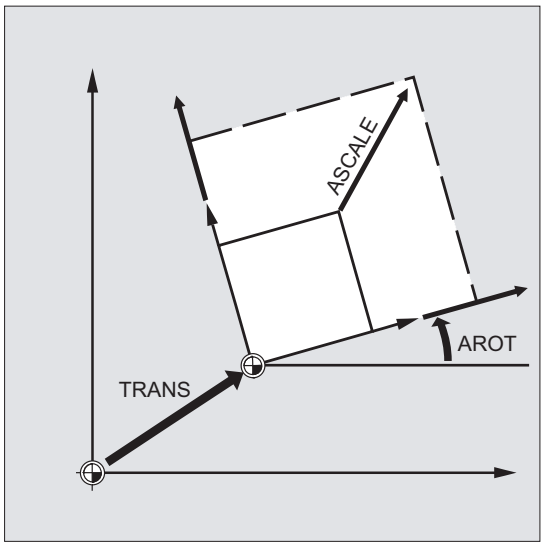
ВНИМАНИЕ
Команда SCALE сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.



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

Изменение масштаба, которое должно надстраиваться на уже существующие фреймы, программируется с помощью ASCALE. В этом случае последний действующий коэффициент масштабирования умножается на новый.

Исходной точкой для изменения масштаба служит актуальная установленная или последняя запрограммированная система координат.



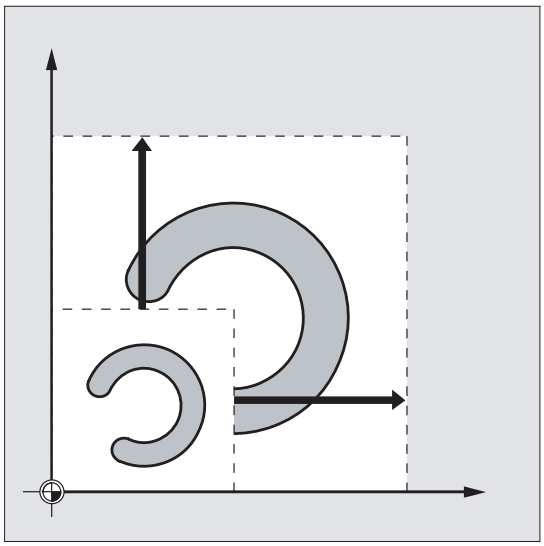
Масштабирование и смещение

Примечание

Если после `SCALE` программируется смещение с `ATRANS`, то значения смещения также масштабируются.

Различные коэффициенты масштабирования

ВНИМАНИЕ
Внимание при различных коэффициентах масштабирования! Круговые интерполяции могут, к примеру, масштабироваться только с одинаковыми коэффициентами.



Примечание

Но для программирования искаженных окружностей различные коэффициенты масштабирования могут использоваться целенаправленно.

12.7 Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR)

Функция

С помощью MIRROR/AMIRROR формы детали могут отражаться на оси координат. Все движения перемещения, запрограммированные после, к примеру, в подпрограмме, выполняются в отраженном виде.

Синтаксис

```
MIRROR X... Y... Z...
AMIRROR X... Y... Z...
```

Примечание

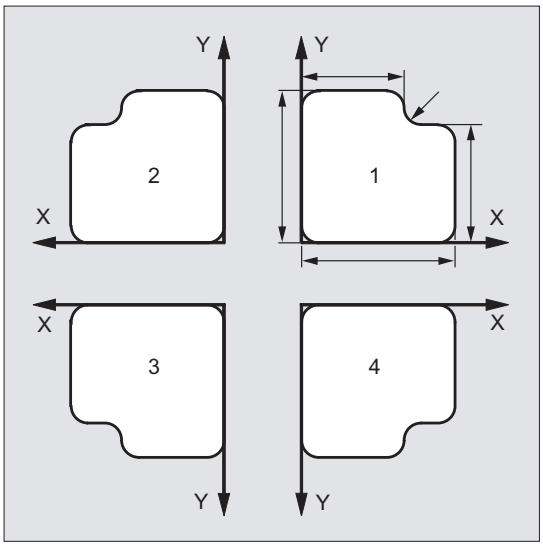
Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

MIRROR:	Абсолютное отражение, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599, системы координат
AMIRROR:	Аддитивное отражение, относительно актуальной действующей, установленной или запрограммированной системы координат
X... Y... Z...:	Геометрическая ось, направление которой должно быть изменено. Указанное здесь значение выбирается свободно, к примеру, X0 Y0 Z0.

Примеры

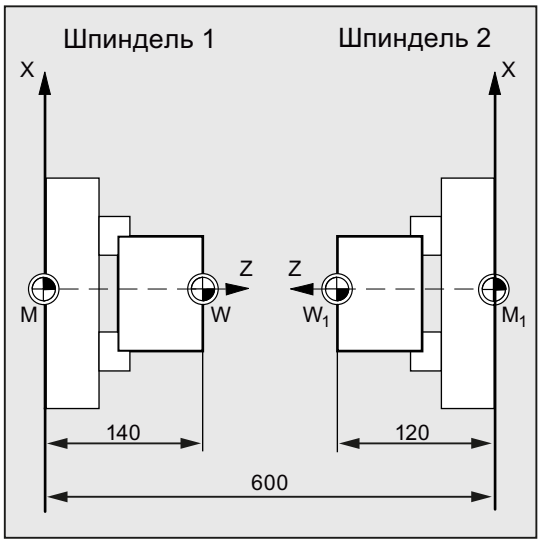
Пример 1: Фрезерование



Показанный здесь контур программируется один раз как подпрограмма. Три следующих контура создаются через отражение. Нулевая точка детали располагается по центру к контурам.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 L10	; Изготовление первого контура справа вверху
N30 MIRROR X0	; Отражение оси X (в X изменяется направление)
N40 L10	; Изготовление второго контура слева вверху
N50 AMIRROR Y0	; Отражение оси Y (в Y изменяется направление)
N60 L10	; Изготовление третьего контура слева внизу
N70 MIRROR Y0	; MIRROR сбрасывает предыдущие фреймы. Отражение оси Y (в Y изменяется направление)
N80 L10	; Изготовление четвертого контура справа внизу
N90 MIRROR	; Выключение отражения
N100 G0 X300 Y100 M30	; Отвод, конец программы

Пример 2: Токарная обработка



Сама обработка сохраняется как подпрограмма, выполнение на соответствующем шпинделе реализуется через отражения и смещения.

Программный код	Комментарий
N10 TRANS X0 Z140	; Смещение нулевой точки на W
...	; Обработка 1-ой стороны шпинделем 1
N30 TRANS X0 Z600	; Смещение нулевой точки на шпиндель 2
N40 AMIRROR Z0	; Отражение оси Z
N50 ATRANS Z120	; Смещение нулевой точки на W1
...	; Обработка 2-ой стороны шпинделем 2

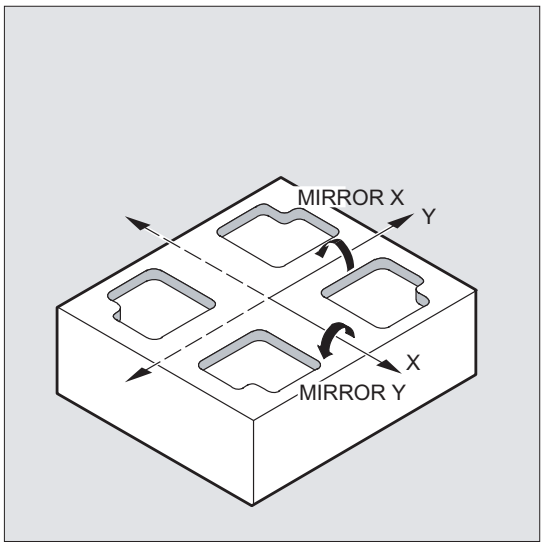
Дополнительная информация

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

Отражение программируется через осевую смену направления в выбранной рабочей плоскости.

Пример: рабочая плоскость G17 X/Y

Отражение (на оси Y) требует смены направления в X и поэтому программируется с `MIRROR X0`. Контур обрабатывается зеркально на противоположной стороне оси отражения Y.

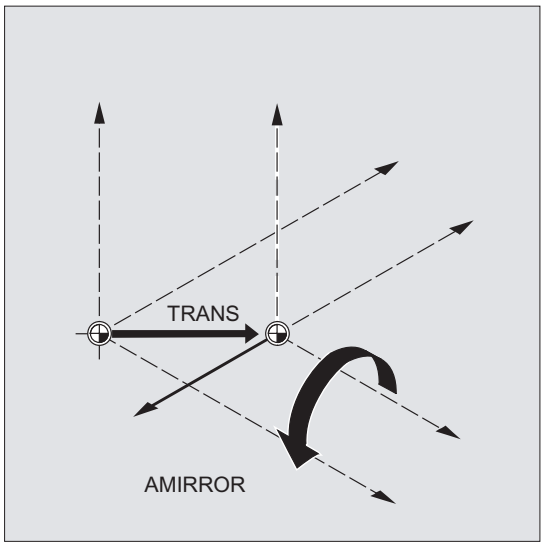


Отражение относится к актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599, системе координат.

ВНИМАНИЕ
Команда `MIRROR` сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.

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

Отражение, которое должно надстраиваться на уже существующие трансформации, программируется с `AMIRROR`. Исходной точкой служит актуальная установленная или последняя запрограммированная система координат.



Выключение отражения

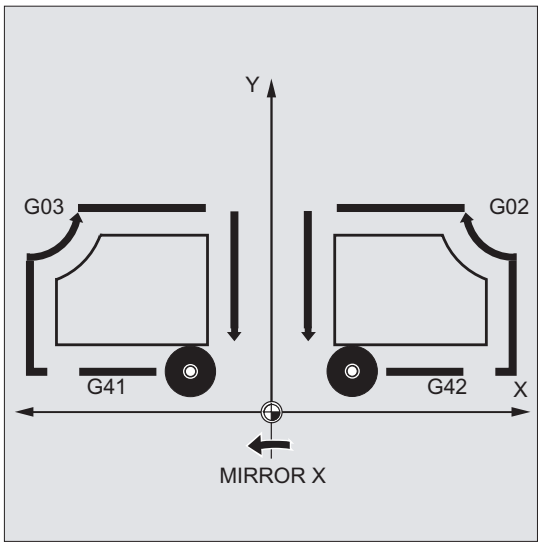
Для всех осей: `MIRROR` (без указания оси)

При этом сбрасываются все фрейм-компоненты запрограммиров. до этого фрейма.

Коррекции радиуса инструмента

Примечание

При команде отражения СЧПУ автоматически изменяет команды коррекции траектории (`G41`/`G42` bzw. `G42`/`G41`) в соответствии с измененным направл. обработки.



Это же относится и к направлению вращения окружности (G2/G3 или G3/G2)

Примечание

Если после `MIRROR` программируется аддитивное вращение с `AROT`, то возможно придется работать с обратными направлениями вращения (положительное/отрицательное или отрицательное/положительное). Отражения в геометрических осях автоматически пересчитываются СЧПУ во вращения и при необходимости в отражения устанавливаемой с помощью машинных данных оси отражения. Это же относится и к устанавливаемым смещениям нулевой точки

Ось отражения

Через машинные данные можно установить, через какую ось будет выполнено отражение:

MD10610 $MN_MIRROR_REF_AX = <значение>

Величина	Значение
0	Отражение через запрограммированную ось (инверсия значений).
1	Ось X это ось отсчета.
2	Ось Y это ось отсчета.
3	Ось Z это ось отсчета.

Интерпретация запрограммированных значений

Через машинные данные можно установить, как должны быть интерпретированы запрограммированные значения:

MD10612 $MN_MIRROR_TOGGLE = <значение>

Величина	Значение
0	Запрограммированные значения осей не обрабатываются.
1	Запрограммированные значения осей обрабатываются: • При запрограммированных значениях осей ≠ 0 ось отражается, если она еще не отражена. • При запрограммированном значении оси = 0 отражение отключается.

12.8 Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT)

Функция

TOFRAME создает прямоугольную систему координат, ось Z которой совпадает с актуальной точной установкой инструмента. Благодаря этому пользователь может выполнить свободный ход инструмента в направлении Z без столкновений (к примеру, после поломки инструмента в 5-осевой программе).

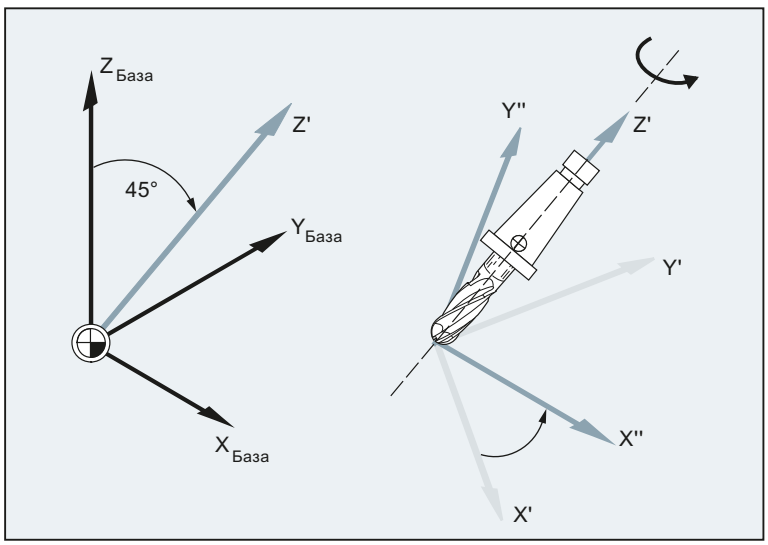
Положение обоих осей X и Y при этом зависит от установки в машинных данных MD21110 $MC_X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE (система координат при автоматическом определении фрейма). Новая система координат либо остается такой, какой она получается из кинематики станка, либо дополнительно выполняется поворот вокруг новой оси Z таким образом, что новая ось X лежит в старой плоскости Z-X (см. указания изготовителя станка).

Результирующий фрейм, описывающий ориентацию, стоит в системной переменной для программируемого фрейма ($P_PFRAME).

С помощью TOROT в запрограммированном фрейме переписывается только доля вращения. Все остальные компоненты остаются неизменными.

TOFRAME и TOROT оптимизированы для фрезерных обработок, в которых обычно активна G17 (рабочая плоскость X/Y). Напротив, для токарных обработок или в общих случаях при активной G18 или G19 необходимы фреймы, у которых ось X или Y совпадает с точной установкой инструмента. Эти фреймы программируются с помощью команд TOFRAMEX/TOROTX или TOFRAMEY/TOROTY.

С PAROT система координат детали (WCS) точно устанавливается на детали.



Синтаксис

```
TOFRAME/TOFRAMEZ/TOFRAMEY/TOFRAMEX
...
TOROTOF
```

```
TOROT/TOROTZ/TOROTY/TOROTX
...
TOROTOF
```

```
PAROT
...
PAROTOF
```

Значение

TOFRAME:	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOFRAMEZ:	как TOFRAME
TOFRAMEY:	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOFRAMEX:	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOROT:	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента Определенное через TOROT вращение идентично таковому при TOFRAME.
TOROTZ:	как TOROT
TOROTY:	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOROTX:	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOROTOF:	Отключить точную установку параллельно ориентации инструмента
PAROT:	Точной установить WCS через вращение фрейма на детали Смещения, масштабирования и отражения в активном фрейме сохраняются.
PAROTOF:	Активированное с PAROT относящееся к детали вращение фрейма отключается с PAROTOF .

Примечание

С помощью команды TOROT достигается связное программирование для активных ориентируемых инструментальных суппортов для любого типа кинематики.

Аналогично ситуации для вращающегося инструментального суппорта, с помощью PAROT можно активировать вращение инструментального стола. Таким образом, определяется фрейм, который изменяет положение системы координат детали так, что движение компенсации станка не возникает. Языковая команда PAROT не отклоняется, если нет активного ориентируемого инструментального суппорта.

Пример

```
Программный код                 Комментарий
N100 G0 G53 X100 Z100 D0
N120 TOFRAME
N140 G91 Z20                    ; TOFRAME учитывается, все движения гео-осей
                                  относятся к новой системе координат.
N160 X50
...
```

Дополнительная информация

Согласование осевого направления

Если вместо TOFRAME / TOFRAMEZ или TOROT / TOROTZ программируется одна из команд TOFRAMEX, TOFRAMEY, TOROTX, TOROTY, то действуют согласования направлений осей согласно этой таблице:

Команда	Направление инструмента (аппликата)	Вспомогательная ось (абсцисса)	Вспомогательная ось (ордината)
TOFRAME / TOFRAMEZ/ TOROT / TOROTZ	Z	X	Y
TOFRAMEY / TOROTY	Y	Z	X
TOFRAMEX / TOROTX	X	Y	Z

Собственный системный фрейм для TOFRAME или TOROT

Созданные через `TOFRAME` или `TOROT` фреймы могут быть записаны в собственный системный фрейм $P_TOOLFRAME. Для этого должен быть установлен бит 3 в машинных данных MD28082 $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK. Программируемый фрейм при этом сохраняется неизменным. Различия получаются при дальнейшей обработке программируемого фрейма.

Литература

Прочие пояснения к станкам с ориентируемыми инструментальными суппортами см.:

- Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава: "Ориентация инструмента"
- Описание функций "Основные функции"; коррекция инструмента (W1), глава: "Ориентируемые инструментальные суппорта"

12.9 Отключение фрейма (G53, G153, SUPA, G500)

Функция

При выполнении определенных процессов, к примеру, подвод к точке смены инструмента, необходимо определение и точное по времени подавление по времени различных фрейм-компонентов.

Устанавливаемые фреймы могут либо отключаться модально, либо подавляться покадрово.

Программируемые фреймы могут подавляться покадрово или удаляться.

Синтаксис

Действующее покадрово подавление:
`G53/G153/SUPA`

Действующее модально выключение:
`G500`

Удаление:
`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR`

Значение

`G53`:	Действующее покадрово подавление всех программируемых и устанавливаемых фреймов
`G153`:	`G153` действует как `G53` и дополнительно подавляет общий базовый фрейм ($P_ACTBFRAME)
`SUPA`:	`SUPA` действует как `G153` и дополнительно подавляет: • смещения маховичком (DRF) • наложенные движения • внешнее смещение нулевой точки • смещение PRESET
`G500`:	Действующее модально выключение всех устанавливаемых фреймов (G54 ... G57, G505 ... G599), если в G500 не стоит значение.
`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR`:	`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR` без указания оси вызывает удаление программируемых фреймов.

12.10 Отключение наложенных движений (DRFOF, CORROF)

Функция

Установленные через перемещение маховичком аддитивные смещения нулевой точки (смещения DRF) и запрограммированные через системную переменную $AA_OFF[<ось>] смещения позиций могут быть отключены через команды программы обработки детали DRFOF и CORROF.

Через отключение запускается остановка предварительной обработки и доля позиции отключенного наложенного движения (смещение DRF или смещение позиции) передается в позицию в базовой кинематической системе, т.е. оси не перемещаются. Значение системной переменной $AA_IM[<ось>] (актуальное заданное значение MCS оси) не изменяется, значение системной переменной $AA_IW[<ось>] (актуальное заданное значение WCS оси) изменяется, т.к. оно теперь содержит отключенную долю из наложенного движения.

Синтаксис

```
DRFOF
CORROF(<ось>,"<строка>"[,<ось>,"<строка>"])
```

Значение

DRFOF:	Команда для выключение смещений маховичком DRF для всех активных осей канала		
	Активность:	модально	
CORROF:	Команда для выключения смещения DRF /смещения позиции ($AA_OFF) для отдельных осей		
	Активность:	модально	
	<ось>:	Идентификатор оси (идентификатор оси канала, геометрической оси или оси станка)	
	"<строка>":	== "DRF":	Смещения DRF оси отключаются
		== "AA_OFF":	Смещение позиции $AA_OFF оси отключается

Примечание

CORROF возможна только из программы обработки деталей, не через синхронные действия.

Примеры

Пример 1: Осевое отключение смещения DRF (1)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 CORROF(X,"DRF")	; CORROF здесь действует как DRFOF.
...	

Пример 2: Осевое отключение смещения DRF (2)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X и в оси Y. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 CORROF(X,"DRF")	; Отключается только смещение DRF оси X, смещение DRF оси Y сохраняется (при DRFOF были бы отключены оба смещения).
...	

Пример 3: Осевое отключение смещения позиции $AA_OFF

Программный код	Комментарий
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.
...	
N80 CORROF(X,"AA_OFF")	; Смещение позиции оси X отключается: $AA_OFF[X]=0 Ось X не перемещается. К актуальной позиции оси X добавляется смещение позиции.
…	

Пример 4: Осевое отключение смещения DRF и смещения позиции $AA_OFF (1)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.
...	
N70 CORROF(X,"DRF",X,"AA_OFF")	; Отключается только смещение DRF и смещение позиции оси X, смещение DRF оси Y сохраняется.
...	

Пример 5: Осевое отключение смещения DRF и смещения позиции $AA_OFF (2)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X и в оси Y. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.
...	
N70 CORROF(Y,"DRF",X,"AA_OFF")	; Отключается смещение DRF оси Y и смещение позиции оси X, смещение DRF оси X сохраняется.
...	

Дополнительная информация

$AA_OFF_VAL

После отключения смещения позиции из-за $AA_OFF, системная переменная $AA_OFF_VAL (интегрированный путь наложения оси) соответствующей оси равна нулю.

$AA_OFF в режиме работы JOG

И в режиме работы JOG при изменении $AA_OFF происходит интерполяция смещения позиции как наложенное движение, если эта функция разрешена через машинные данные MD36750 $MA_AA_OFF_MODE.

$AA_OFF в синхронном действии

Если при отключении смещения позиции через команду программы обработки детали `CORROF(<ось>,"AA_OFF")` активно синхронное действие, которое сразу же снова устанавливает $AA_OFF (`DO $AA_OFF[<ось>]=<значение>`), то $AA_OFF отключается и больше не устанавливается и сигнализируется ошибка 21660. Если же синхронное действие активируется позднее, к примеру, в кадре после `CORROF`, то $AA_OFF устанавливается и выполняется интерполяция смещения позиции.

Автоматический переход оси канала

Если ось, для которой была запрограммирована `CORROF`, активна в другом канале, то через переход оси она передается в канал (условие: MD30552 $MA_AUTO_GET_TYPE > 0) и после отключение смещения позиции и/или смещения DRF.

Вывод вспомогательных функций 13

Функция

С помощью вывода вспомогательных функций осуществляется своевременное сообщение на PLC, когда программа обработки деталей хочет совершить определенные действия по переключению станка через PLC. Это осуществляется посредством передачи соответствующих вспомогательных функций с их параметрами на интерфейс PLC. Обработка переданных значений и сигналов должна осуществляться через программу электроавтоматики.

Вспомогательные функции

Следующие вспомогательные функции могут быть переданы на PLC:

Вспомогательная функция	Адрес
Выбор инструмента	T
Коррекция инструмента	D, DL
Подача	F / FA
Число оборотов шпинделя	S
Функции M	M
Функции H	H

Для каждой группы функций или отдельной функции с помощью машинных данных устанавливается, будет ли вывод запущен **перед**, **при** или **после** движения перемещения.

PLC может использоваться для выполнения различных процессов квитирования для вывода вспомогательных функций.

Свойства

Важные свойства вспомогательных функций приведены в следующей обзорной таблице:

Функция	Расширение адреса		Значение			Объяснения	Макс. кол-во на кадр
	Значение	Диапазон	Диапазон	Тип	Значение		
M	-	0 (не явно)	0 ... 99	INT	Функция	Для диапазона значений между 0 и 99 расширение адреса 0. Принудительно без расширения адреса: M0, M1, M2, M17, M30	5
	Номер шпинделя	1 - 12	1 ... 99	INT	Функция	M3, M4, M5, M19, M70 с расширением адреса Nr. шпинделя (к примеру, M2=5 ; останов шпинделя для шпинделя 2). Без Nr. шпинделя функция действует для мастер-шпинделя.	
	Любое	0 - 99	100 ... 2147483647	INT	Функция	Функция M пользователя*	
S	Номер шпинделя	1 - 12	0 ... ± $1{,}8*10^{308}$	REAL	Число оборотов	Без Nr. шпинделя функция действует для мастер-шпинделя.	3
H	Любое	0 - 99	0 ... ± 2147483647 ± $1{,}8*10^{308}$	 INT REAL	Любое	Функции не действуют в NCK, реализуются только через PLC.*	3
T	Номер шпинделя (при активном управлении инструментом)	1 - 12	0 - 32000 (и имена инструмента при активном управлении инструментом)	INT	Выбор инструмента	Имена инструмента не передаются на интерфейс PLC.	1
D	-	-	0 - 12	INT	Выбор коррекции инструмента	D0: Отключение Предустановка: D1	1
DL	Зависящая от места коррекция	1 - 6	0 ... ± $1{,}8*10^{308}$	REAL	Выбор коррекции инструмента точной	Относится к выбранному до этого номеру D	1
F	-	-	0.001 - 999 999,999	REAL	Подача по траектории		6
FA	Номер оси	1 - 31	0.001 - 999 999,999	REAL	Осевая подача		
* Значение функций определяется изготовителем станка (**см. Указания изготовителя станка!**).							

Дополнительная информация

Количество выводимых функций на кадр ЧПУ

В одном кадре ЧПУ может быть запрограммировано максимум 10 выводов функций. Вспомогательные функции могут выводиться и из компонента действия **синхронных действий**.

Литература:
Описание функций "Синхронные действия"

Группировка

Названные функции могут объединяться в группы. Для некоторых команд M подразделение групп уже задано. С помощью группировки может устанавливаться характеристика квитирования.

Быстрый вывод функций (QU)

Функции, не спроектированные для быстрого вывода, могут быть определены для отдельных выводов с помощью кодового слова `QU` в качестве быстрого вывода.
Выполнение программы продолжается без ожидания квитирования исполнения дополнительной функции (ожидание квитирования передачи осуществляется). Благодаря этому удается избежать ненужных точек остановки и прерываний движений перемещения.

Примечание

Для функции "Быстрые выводы функций" должны быть установлены соответствующие машинные данные (→ **Изготовитель станка!**).

Вывод функций при движениях перемещения

Передача информации и ожидание соответствующих реакций занимает время, влияя тем самым на движения перемещения.

Быстрое квитирование без задержки смены кадров

Управление поведением при смене кадров возможно через машинные данные. При установке "без задержки смены кадров" получаются следующие параметры для быстрых вспомогательных функций:

Вывод вспомогательной функции	Поведение
Перед движением	Переход кадров между кадрами с быстрыми вспомогательными функциями осуществляется **без** прерывания и **без** уменьшения скорости. Вывод вспомогательных функций осуществляется в первом такте интерполяции кадра. Последующий кадр выполняется без задержки квитирования.
При движении	Переход кадров между кадрами с быстрыми вспомогательными функциями осуществляется **без** прерывания и **без** уменьшения скорости. Вывод вспомогательных функций осуществляется в ходе кадра. Последующий кадр выполняется без задержки квитирования.
После движения	Движение останавливается в конце кадра. Вывод вспомогательных функций осуществляется в конце кадра. Последующий кадр выполняется без задержки квитирования.

ВНИМАНИЕ

Вывод функций в режиме управления траекторией

Вывод функций **перед** движениями перемещения прерывает режим управления траекторией (`G64` / `G641`) и вызывает точный останов для предыдущего кадра.

Вывод функций **после** движениями перемещения прерывает режим управления траекторией (`G64` / `G641`) и создает точный останов для актуального кадра.

Важно: Ожидание необходимого сигнала квитирования от PLC также может привести к прерыванию режима управления траекторией, к примеру, цепочки команд M в кадрах с очень короткими длинами ходами траектории.

13.1 Функции M

Функция

С помощью функций M запускаются действия по переключению, к примеру, "ВКЛ/ВЫКЛ СОЖ" и прочие функции на станке.

Синтаксис

```
M<значение>
M[<расширение адреса>]=<значение>
```

Значение

M :	Адрес для программирования функций M
<расширение адреса>:	Для некоторых функций M действует расширенное написание адреса (к примеру, указание номера шпинделя для функций шпинделя).
<значение>:	Посредством присвоения значения (номер функции M) осуществляется согласование с определенной функцией станка. Тип: INT Диапазон значений: 0 ... 2147483647 (макс. значение INT)

Предопределенные функции M

Некоторым важным для выполнения программы функциям M в стандартном исполнении СЧПУ уже присвоены значения:

Функция M	Значение
M0*	Запрограммированная остановка
M1*	Остановка по выбору
M2*	Окончание главной программы с возвратом к началу программы
M3	Правое вращение шпинделя
M4	Левое вращение шпинделя
M5	Остановка шпинделя
M6	Смена инструмента (стандартная установка)
M17*	Конец подпрограммы
M19	Позиционировать шпиндель
M30*	Конец программы (как M2)
M40	Автоматическое переключение редуктора
M41	Ступень редуктора 1
M42	Ступень редуктора 2
M43	Ступень редуктора 3
M44	Ступень редуктора 4

Функция M	Значение
M45	Ступень редуктора 5
M70	Шпиндель переключается в осевой режим

ЗАМЕТКА

Для функций, обозначенных *, расширенное написание адреса не допускается.

Команды M0, M1, M2, M17 и M30 всегда запускаются **после** движения перемещения.

Определенные изготовителем станка функции M

Все свободные номера функций M могут быть заняты изготовителем станка, к примеру, функциями переключения для управления зажимными приспособлениями или для включения/выключения других функций станка.

ЗАМЕТКА

Назначенные свободным номерам функций M функциональности являются спец. для станка. Поэтому определенная функция M может иметь различную функциональность на различных станках.

Доступные на станке функции M и их функциональность см. Данные изготовителя станка.

Примеры

Пример 1: Макс. число функций M в кадре

Программный код	Комментарий
N10 S...	
N20 X... M3	; Функция M в кадре с движением оси, шпиндель разгоняется перед движением оси X.
N180 M789 M1767 M100 M102 M376	; Макс. 5 функций M в кадре.

Пример 2: Функция M как быстрый вывод

Программный код	Комментарий
N10 H=QU(735)	; Быстрый вывод для H735.
N10 G1 F300 X10 Y20 G64	;
N20 X8 Y90 M=QU(7)	; Быстрый вывод для M7.

M7 была запрограммирована как быстрый вывод, таким образом, режим управления траекторией (G64) не прерывается.

Примечание

Использовать эту функцию только в отдельных случаях, так как при взаимодействии с выводом других функций изменяется временное согласование.

Дополнительная информация по предопределенным командам M

Запрограммированная остановка: M0

В кадре ЧПУ с `M0` обработка останавливается. Теперь, к примеру, можно удалить стружку, осуществить дополнительное измерение и т.д.

Запрограммированная остановка 1 - остановка по выбору: M1

`M1` может устанавливаться через:

- HMI/диалог "Управление программой"

  или

- Интерфейс ЧПУ/PLC

Обработка программы ЧПУ останавливается на запрограммированных кадрах.

Запрограммированная остановка 2 - ассоциированная с M1 вспомогательная функция с остановом в ходе программы

Запрограммированная остановка 2 может быть установлена через HMI/диалог "Управление программой" и позволяет прерывать технологические процессы в любое время на конце обрабатываемого сегмента. Тем самым оператор может вмешиваться в текущее производство, к примеру, для удаления сливной стружки.

Конец программы: M2, M17, M30

Программа завершается с `M2`, `M17` или `M30` и осуществляется возврат на начало программы. Если главная программа вызывается из другой программы (как подпрограмма), то `M2` / `M30` действует как `M17` и наоборот, т.е. `M17` действует в главной программе как `M2` / `M30`.

Функции шпинделя: M3, M4, M5, M19, M70

Для всех функцией шпинделя действует расширенное написание адреса с указанием номера шпинделя.

Пример:

Программный код	Комментарий
`M2=3`	`; Правое вращение шпинделя для второго шпинделя`

Если расширение адреса не запрограммировано, то функция действует для мастер-шпинделя.

Дополнительные команды 14

14.1 Сообщения (MSG)

Функция

С помощью команды MSG() любая строка символов может быть выведена как сообщение для оператора из программы обработки детали.

Синтаксис

```
MSG("<текст сообщения>"[,<исполнение>])
...
MSG ()
```

Значе ние

MSG:	Кодовое слово для программирования текста сообщения	
<текст сообщения>:	Любая строка символов для индикации в качестве сообщения	
	Тип:	STRING
	Максимальная длина:	124 символов; двухстрочная индикация (2*62 символов)
	В тексте сообщения благодаря использованию связывающего оператора "<<" могут выводиться и переменные.	
<исполнение>:	Опциональный параметр для установки момента времени для записи сообщения.	
	Величина	**Значение**
	0 (по умолчанию)	Отдельный кадр главного хода для записи сообщения не создается. Она выполняется в следующем исполняемом кадре ЧПУ. Активный режим управления траекторией не прерывается.
	1	Создается отдельный кадр главного хода для записи сообщения. Активный режим управления траекторией прерывается.
MSG():	Посредством программирования MSG() без текста сообщения, актуальное сообщение снова удаляется.	

Примечание

Если сообщение должно быть выведено на активном на интерфейсе языке, то пользователю нужна информация о текущем установленном на HMI языке. Эта информация может быть запрошена в программе обработки детали и в синхронных действиях через системную переменную $AN_LANGUAGE_ON_HMI (см. "Текущий язык в HMI [Страница 567]").

Примеры

Пример 1: Вывести / удалить сообщение

Программный код	Комментарий
N10 G91 G64 F100	; Режим управления траекторией
N20 X1 Y1	
N... X... Y...	
N20 MSG ("Обработка Часть 1")	; Сообщение выводится только с N30. ; Режим управления траекторией сохраняется.
N30 X... Y...	
N... X... Y...	
N400 X1 Y1	
N410 MSG ("Обработка Часть 2",1)	; Сообщение выводится с N410. ; Режим управления траекторией прерывается.
N420 X1 Y1	
N... X... Y...	
N900 MSG ()	; Удалить сообщение.

Пример 2: Текст сообщения с переменной

Программный код	Комментарий
N10 R12=$AA_IW[X]	; Актуальная позиция оси X в R12.
N20 MSG("Проверить позицию оси X"<<R12<<"")	; Вывести сообщение с переменной R12.
...	
N90 MSG ()	; Удалить сообщение из N20.

14.2 Запись строки в переменную BTSS (WRTPR)

Функция

С помощью функции `WRTPR()` любая строка символов из программы обработки детали может быть записана в переменную BTSS progProtText.

Синтаксис

```
WRTPR(<строка символов>[,<выполнение>])
```

Значение

`WRTPR`:	Функция для вывода строки символов.	
`<строка символов>`:	Любая строка символов, записываемая в переменную BTSS progProtText.	
	Тип:	STRING
	Максимальная длина:	128 символов
`<выполнение>`:	Опциональный параметр для определения момента времени, в который выполняется запись строки.	
	Диапазон значения:	0, 1
	Значение по умолчанию:	0

Величина	Значение
0	Для записи строки отдельный кадр главного хода не создается. Она выполняется в следующем исполняемом кадре ЧПУ. Активный режим управления траекторией не прерывается.
1	Для записи строки создается отдельный кадр главного хода. Активный режим управления траекторией прерывается.

Примеры

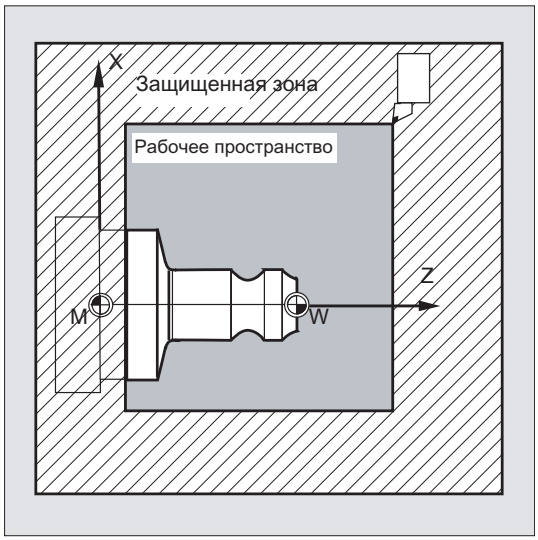
```
Программный код            Комментарий
N10 G91 G64 F100           ;   Режим управления траекторией
N20 X1 Y1
N30 WRTPR("N30")           ;   Строка "N30" записывается только в N40.
                           ;   Режим управления траекторией сохраняется.
N40 X1 Y1
N50 WRTPR("N50",1)         ;   Строка "N50" записывается в N50.
                           ;   Режим управления траекторией прерывается.
N60 X1 Y1
```

14.3 Ограничение рабочего поля

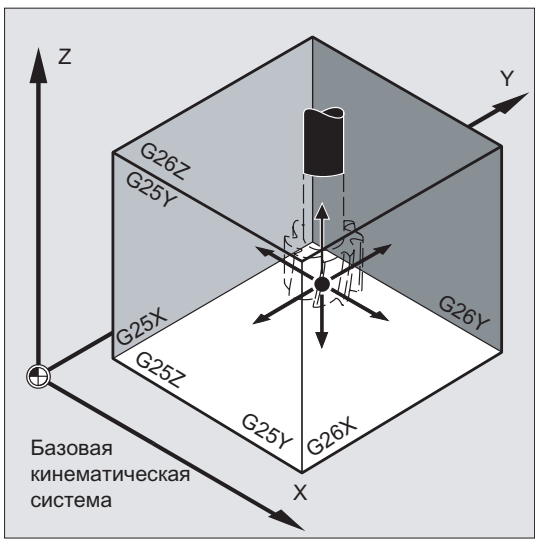
14.3.1 Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

Функция

С помощью G25/G26 можно ограничить рабочее пространство (рабочее поле, рабочую зону), в котором должен перемещаться инструмент, во всех осях канала. Области вне определенных с помощью G25/G26 границ рабочего поля заблокированы для движений инструмента.



Указания координат для отдельных осей действуют в базовой кинематической системе:



Ограничение рабочего поля для всех установленных действующими осей должно быть запрограммировано с помощью команды WALMON. WALIMOF делает ограничение рабочего поля не действительным. WALIMON это стандартная установка, поэтому программирование необходимо только в том случае, если до этого ограничение рабочего поля было выключено.

Синтаксис

```
G25 X…Y…Z…
G26 X…Y…Z…
WALIMON
WALIMOF
```

Значение

G25:	**Нижнее** ограничение рабочего поля Присвоение значений в осях канала в базовой кинематической системе
G26:	**Верхнее** ограничение рабочего поля Присвоение значений в осях канала в базовой кинематической системе
X… Y… Z…:	Нижние или верхние границы рабочего поля для отдельных осей канала Данные относятся к базовой кинематической системе.
WALIMON:	**Вкл**ючить ограничение рабочего поля для всех осей
WALIMOF:	**Выкл**ючить ограничение рабочего поля для всех осей

Наряду с программируемым вводом значений через G25/G26 возможен и ввод через спец. для оси установочные данные:

SD43420 $SA_WORKAREA_LIMIT_PLUS (ограничение рабочего поля плюс)

SD43430 $SA_WORKAREA_LIMIT_MINUS (ограничение рабочего поля минус)

Активация и деактивация спараметрированного через SD43420 и SD43430 ограничения рабочего поля осуществляется спец. для направления через начинающие действовать сразу же спец. для оси установочные данные:

SD43400 $SA_WORKAREA_PLUS_ENABLE (ограничение рабочего поля в положительном направлении активно)

SD43410 $SA_WORKAREA_MINUS_ENABLE (ограничение рабочего поля в отрицательном направлении активно)

Посредством спец. для направления активации/деактивации можно ограничить рабочую зону для оси только в одном направлении.

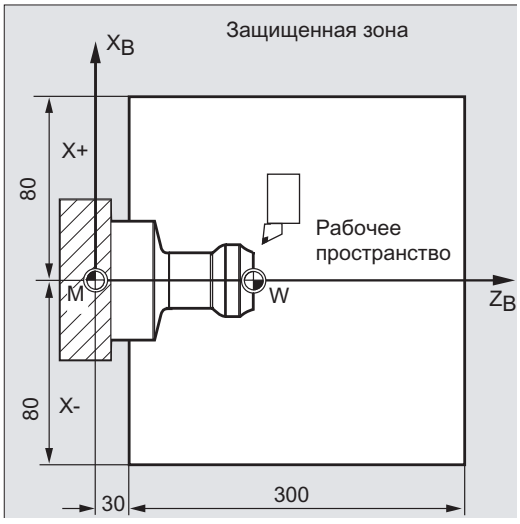
Примечание

Запрограммированное с G25/G26 ограничение рабочего поля имеет приоритет и переписывает введенные в SD43420 и SD43430 значения.

Примечание

С помощью G25/G26 по адресу S могут быть запрограммированы и предельные значения для скорости шпинделя. Дополнительную информацию можно найти в "Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26) [Страница 108]".

Пример



Посредством ограничения рабочего поля с G25/26 рабочее пространство токарного станка ограничивается таким образом, что окружающие устройства, как то револьвер, измерительная станция и т.д. защищены от повреждений.

Основная установка: WALIMON

Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 F0.5 T1	
N20 G25 X-80 Z30	; Определение нижнего ограничения для отдельных осей координат
N30 G26 X80 Z330	; Определение верхнего ограничения
N40 L22	; Программа обработки резаньем
N50 G0 G90 Z102 T2	; К точке смены инструмента
N60 X0	
N70 WALIMOF	; Выключение ограничения рабочего поля
N80 G1 Z-2 F0.5	; Сверление
N90 G0 Z200	; Назад
N100 WALIMON	; Включение ограничения рабочего поля
N110 X70 M30	; Конец программы

Дополнительная информация

Исходная точка на инструменте

При активной коррекции длин инструмента в качестве исходной точки контролируется острие инструмента, в иных случаях исходная точка инструментального суппорта.

Учет радиуса инструмента должен быть активирован отдельно. Это осуществляется через спец. для канала машинные данные:

MD21020 $MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS

Если исходная точка инструмента находится вне определенного через ограничение рабочего поля рабочего пространства или выходит из этой зоны, то выполнение программы останавливается.

Примечание

Если активны трансформации, то учет данных инструмента (длина инструмента и радиус инструмента) может отличаться от описанного поведения.

Литература:
Описание функций "Основные функции"; Контроли осей, защищенные области (A3), глава: "Контроль ограничения рабочего поля"

Программируемое ограничение рабочего поля, G25/G26

Для каждой оси можно установить верхнее (`G26`) и нижнее (`G25`) ограничение рабочего поля. Эти значения начинают действовать сразу же и сохраняются при соответствующей установке MD (→ MD10710 $MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB) после RESET и повторного включения.

Примечание

В Руководстве по программированию "Расширенное программирование" описана подпрограмма CALCPOSI. С помощью этой подпрограммы перед движениями перемещения можно проверить, будет ли предусмотренный путь пройден с учетом ограничений рабочего поля и/или защищенных областей.

14.3.2 Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)

Функция

Наряду с ограничением рабочего поля с `WALIMON` (см. "Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) [Страница 390]") существует еще одно ограничение рабочего поля, активируемое посредством G-команд `WALCS1` - `WALCS10`. В отличие от ограничения рабочего поля с `WALIMON`, здесь рабочее поле ограничено не в базовой кинематической системе, а **спец. для системы координат** в системе координат детали (WCS) или в настраиваемой системе нулевой точки (ENS).

Через команды G `WALCS1` - `WALCS10` блок данных (группа ограничений рабочего поля) выбирается из макс. 10 спец. для канала блоков данных для спец. для системы координат ограничений рабочего поля. Блок данных содержит значения ограничений для всех осей в канале. Ограничения определяются через спец. для канала системные переменные.

Использование

Ограничение рабочего поля с `WALCS1` - `WALCS10` ("Ограничение рабочего поля в WCS/ENS") служит в первую очередь для ограничения рабочего поля на обычных токарных станках. Оно позволяет программисту использоваться определенные при перемещении осей "вручную" "упоры" для определения относящегося к детали ограничения рабочего поля.

Синтаксис

"Ограничение рабочего поля в WCS/ENS" активируется через выбор группы ограничений рабочего поля. Выбор осуществляется с помощью команд G:

`WALCS1`	Активация группы ограничений рабочего поля Nr. 1
...	
`WALCS10`	Активация группы ограничений рабочего поля Nr. 10

Деактивация "Ограничения рабочего поля в WCS/ENS" осуществляется через вызов команды G:

`WALCS0`	Деактивация активной группы ограничений рабочего поля

Значение

Установка границ рабочего поля отдельных осей, а также выбор системы (WCS или ENS), в которой должно действовать активированное с помощью `WALCS1` - `WALCS10` ограничение рабочего поля, осуществляется через запись в спец. для канала системные переменные:

Системная переменная	Значение	
Установка границ рабочего поля		
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE [<GN>, <AN>]	Сфера действия ограничения рабочего поля в положительном осевом направлении.	
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS [<GN>, <AN>]	Ограничение рабочего поля в положительном осевом направлении. Действует, только если: $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE [<GN>,<AN>] = TRUE	
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE [<GN>, <AN>]	Сфера действия ограничения рабочего поля в отрицательном осевом направлении.	
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS [<GN>, <AN>]	Ограничение рабочего поля в отрицательном осевом направлении. Действует, только если: $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE [<GN>,<AN>] = TRUE	
Выбор системы		
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM [<GN>]	Система координат, к которой относится группа ограничений рабочего поля:	
	Зна-чение	**Значение**
	1	Система координат детали (WCS)
	3	Настраиваемая система нулевой точки (ENS)

<GN>: номер группы ограничений рабочего поля

<AN>: имя оси канала

Пример

В канале определено 3 оси: X, Y и Z

Необходимо определить и после активировать группу ограничений рабочего поля Nr. 2, в которой оси в WCS ограничиваются по следующим параметрам:

- Ось X в плюсовом направлении: 10 мм
- Ось X в минусовом направлении: нет ограничения
- Ось Y в плюсовом направлении: 34 мм
- Ось Y в минусовом направлении: -25 мм
- Ось Z в плюсовом направлении: нет ограничения
- Ось Z в минусовом направлении: -600 мм

```
Программный код                                        Комментарий
...
N51 $P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[2]=1                   ; Ограничение рабочего поля
                                                         группы ограничений рабочего
                                                         поля 2 действует в WCS.
N60 $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,X]=TRUE
N61 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,X]=10
N62 $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,X]=FALSE
N70 $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Y]=TRUE
N73 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Y]=34
N72 $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Y]=TRUE
N73 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[2,Y]=-25
N80 $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Z]=FALSE
N82 $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Z]=TRUE
N83 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Z]=-600
...
N90 WALCS2                                             ; Активировать группу ограничений
                                                         рабочего поля Nr. 2.
...
```

Дополнительная информация

Активность

Ограничение рабочего поля с `WALCS1` - `WALCS10` действует независимо от ограничения рабочего поля с `WALIMON`. Если активны обе функции, то действует первое ограничение на пути движения оси.

Исходная точка на инструменте

Учет данных инструмента (длина инструмента и радиус инструмента) и тем самым исходной точки на инструменте при контроле ограничения рабочего поля соответствует поведению при ограничении рабочего поля с `WALIMON`.

14.4 Реферирование (G74)

Функция

После включения станка все осевые салазки (при использовании инкрементной системы измерения перемещения) должны быть перемещены на свои референтные метки. Лишь после этого могут программироваться движения перемещения.

С помощью G74 можно провести реферирование в программе ЧПУ.

Синтаксис

`G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 A1=0 …` ; Программирование в своем кадре ЧПУ

Значение

`G74`:	Реферирование
`X1=0 Y1=0 Z1=0 …`:	Указанный адрес оси станка X1, Y1, Z1… для линейных осей перемещается в референтную точку
`A1=0 B1=0 C1=0 …`:	Указанный адрес оси станка A1, B1, C1… для круговых осей перемещается в референтную точку

Примечание

Перед реферированием нельзя программировать трансформацию для оси, которая должна с помощью G74 должна быть перемещена к референтной метке.

Трансформация выключается командой TRAFOOF.

Пример

При смене измерительной системы осуществляется переход к референтной точке и устанавливается нулевая точка детали.

Программный код	Комментарий
`N10 SPOS=0`	; Шпиндель в ориентации
`N20 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 C1=0`	; Реферирование для линейных и круговых осей
`N30 G54`	; Смещение нулевой точки
`N40 L47`	; Программа обработки резаньем
`N50 M30`	; Конец программы

14.5 Движение к фиксированной точке (G75, G751)

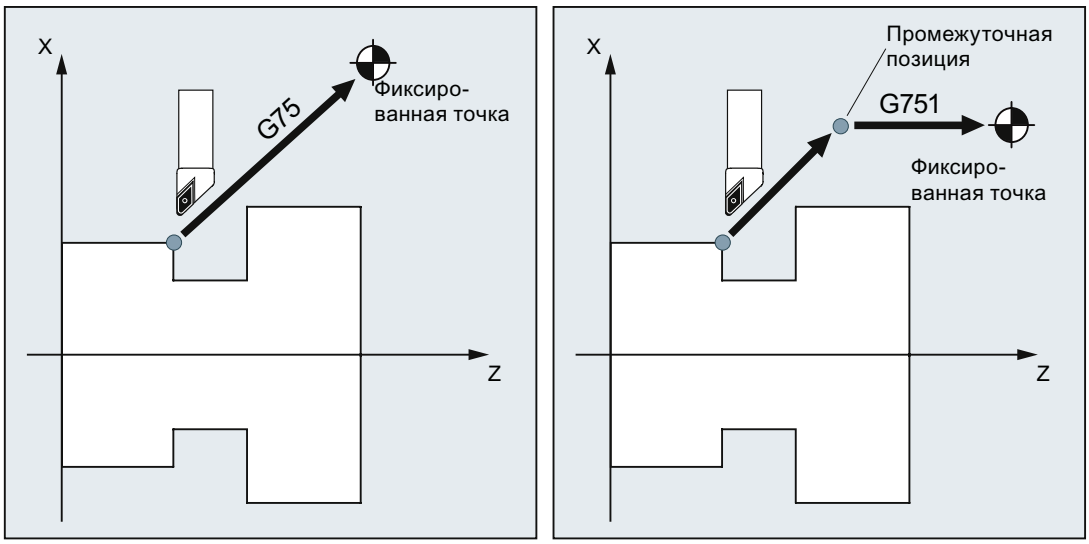
Функция

С помощью действующей покадрово команды G75/G751 оси по отдельности и независимо друг от друга могут перемещаться на фиксированные точки в станочной области, к примеру, на точки смены инструмента, точки загрузки, точки смены палет и т.п.

Фиксированные точки это позиции в системе координат станка, сохраненные в машинных данных (MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[n]). На ось может быть определено макс. 4 фиксированные точки.

Подвод к фиксированным точкам может быть осуществлен из любой программы ЧПУ, независимо от актуальной позиции инструмента или детали. Перед движением осей выполняется внутренняя остановка предварительной обработки.

Подвод возможен напрямую (G75) или через промежуточную точку (G751):



Условия

Для подвода к фиксированным точкам с G75/G751 должны быть выполнены следующие условия:

- Координаты фиксированных точек должны быть точно определены и зафиксированы в машинных данных.
- Фиксированные точки должны находится в пределах действующего диапазона перемещения (→ Соблюдать границы программных конечных выключателей!)
- Перемещаемые оси должны быть реферированы.
- Не должно быть активной коррекции радиуса инструмента.
- Не должно быть активной кинематической трансформации.
- Перемещаемые оси не должны участвовать в активной трансформации.

- Ни одна из перемещаемых осей не может быть ведомой осью активного соединения.
- Ни одна из перемещаемых осей не может быть осью структуры Gantry.
- Компилируемые циклы не могут подключить компонент движения.

Синтаксис

```
G75/G751 <имя оси><позиция оси> ... FP=<n>
```

Значение

G75:	Прямой подвод к фиксированной точке
G751:	Подвод к фиксированной точке через промежуточную точку
<имя оси>:	Имя оси станка, которые должны быть перемещены к фиксированной точке Допускаются все идентификаторы осей.
<позиция оси>:	При G75 указанная величина позиции не имеет значения. Поэтому, как правило, указывается значение "0". Иная ситуация с G751. Здесь в качестве значения должна быть указана позиция промежуточной точки, к которой выполняется подвод.
FP=:	Фиксированная точка, к которой должен быть выполнен подвод <n>: Номер фиксированной точки Диапазон значений: 1, 2, 3, 4 **Указание:** Если FP=<n> или номер фиксированной точки не запрограммированы или если запрограммировано FP=0, то это интерпретируется как FP=1 и выполняется подвод к фиксированной точке 1.

Примечание

В одном кадре G75/751 может быть запрограммировано и несколько осей. В этом случае оси перемещаются к указанной фиксированной точке одновременно.

Примечание

Для G751 действует: Не могут быть запрограммированы оси, которые должны быть подведены только к фиксированной точке, без предварительного подвода к промежуточной точке.

Примечание

Значение адреса FP не должно превышать число определенных фиксированных точек для каждой запрограммированной оси (MD30610 $MA_NUM_FIX_POINT_POS).

Примеры

Пример 1: G75

Для смены инструмента оси X (= AX1) и Z (= AX3) должны быть перемещены на фиксированную позицию осей станка 1 с X = 151,6 и Z = -17,3.

Машинные данные:

- MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[AX1,0] = 151.6
- MD30600 $MA_FIX_POINT[AX3,0] = 17.3

Программа ЧПУ:

```
Программный код                 Комментарий
…
N100 G55                        ; Активировать устанавливаемое смещение нулевой
                                  точки.
N110 X10 Y30 Z40                ; Выполнить подвод к позициям в WCS.
N120 G75 X0 Z0 FP=1 M0          ; Ось X движется на 151,6, а ось Z движется на 17,3 (в
                                  MCS). Каждая ось перемещается со своей максимальной
                                  скоростью. В этом кадре не должно быть активных
                                  дополнительных движений. Для того, чтобы после
                                  достижения конечных позиций больше не выполнялось
                                  дополнительных движений, здесь вставлен стоп.
N130 X10 Y30 Z40                ; Снова выполняется подвод к позиции из N110. Смещение
                                  нулевой точки снова активно.
…
```

Примечание

Если активна функция "Управление инструментом с магазинами", то вспомогательной функции `T…` или `M...` (обычно `M6`) недостаточно для запуска блокировки смены кадра в конце движения `G75`.

Причина: При установке "Управление инструментом с магазинами активно" вспомогательные функции для смены инструмента не выводятся на PLC.

Пример 2: G751

Сначала должен быть выполнен подвод к позиции X20 Z30, после к фиксированной позиции оси станка 2.

```
Программный код                 Комментарий
…
N40 G751 X20 Z30 FP=2           ; Сначала выполняется подвод к позиции X20 Z30
                                  ускоренным ходом как траектория. После путь от X20 Z30
                                  до 2-ой фиксированной точки проходится в оси X и Y как
                                  при G75.
…
```

Дополнительная информация

G75

Оси перемещаются как оси станка ускоренным ходом. Выполняется внутренняя эмуляция движения через функции "SUPA" (подавление всех фреймов) и "G0 RTLIOF" (движение ускоренного хода с интерполяцией отдельной оси).

Если условия для "RTLIOF" (интерполяция отдельной оси) не выполнены, то подвод к фиксированной точке выполняется как траектория.

При достижении фиксированной точки оси останавливаются в пределах окна допуска "Точный останов точный".

G751

Подвод к промежуточной позиции выполняется с ускоренным ходом и активной коррекцией (коррекция инструмента, фреймы и т.п.), при этом оси выполняют интерполирующие движения. Последующий подвод к фиксированной точке выполняется как при `G75`. После достижения фиксированной точки, коррекции снова активируются (как при `G75`).

Осевые дополнительные движения

Следующие осевые дополнительные движения учитываются на момент интерпретации кадра `G75`/`G751`:

- внешнее смещение нулевой точки
- DRF
- смещение синхронизации ($AA_OFF)

После этого изменение дополнительных движений осей запрещено до достижения конца движения перемещения через кадр `G75`/`G751`.

Дополнительные движения после интерпретации кадра `G75`/`G751` приводят к соответствующему смещению фиксированной точки подвода.

Следующие дополнительные движения не учитываются независимо от момента интерпретации и приводят к соответствующему смещению заданного конечного положения:

- Коррекция инструмента Online
- Дополнительные движения из компилируемых циклов в BKS как MCS

Активные фреймы

Все активные фреймы игнорируются. Перемещение выполняется в системе координат станка.

Ограничение рабочего поля в WCS/ENS

Спец. для системы координат ограничение рабочего поля (WALCS0 ... WALCS10) не действует в кадре с G75/G751. Заданная точка контролируется как стартовая точка следующего кадра.

Движения осей/шпинделей с POSA/SPOSA

Если запрограммированные оси/шпиндели прежде перемещались с POSA или SPOSA, то эти движения перед подводом к фиксированной точке сначала завершаются.

Функции шпинделя в кадре G75/G751

Если шпиндель исключен из "Движения к фиксированной точке", то в кадре G75/G751 дополнительно могут быть запрограммированы функции шпинделя (к примеру, позиционирование с SPOS / SPOSA).

Оси модуло

У осей модуло подвод к фиксированной точке выполняется по кратчайшему пути.

Литература

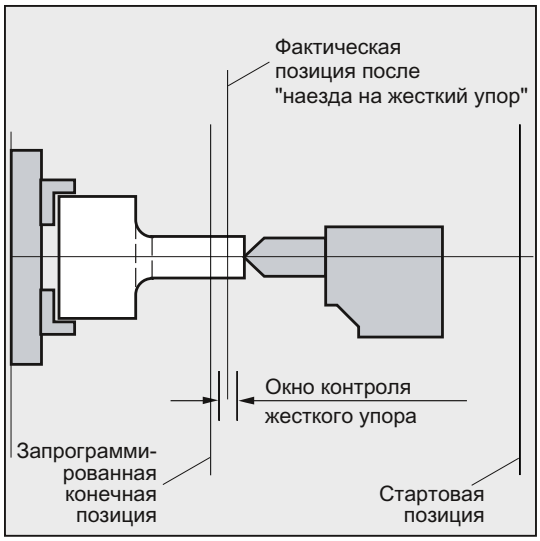
Дополнительную информацию по "Движению к фиксированной точке" можно найти в:

Описание функций "Расширенные функции"; Движение вручную и движение с помощью маховичка (H1), глава: "Движение к фиксированной точке в JOG"

14.6 Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW)

Функция

С помощью функции "Наезд на жесткий упор" можно создать определенные усилия для зажима деталей, которые необходимы, к примеру, для задних бабок, пинолей и захватов. Кроме этого с помощью функции можно переходить к механическим референтным точкам.



При достаточно уменьшенном моменте возможны и простые процессы измерения без обязательного подключения щупа. Функция "Наезд на жесткий упор" может использоваться для осей и перемещаемых в качестве осей шпинделей.

Синтаксис

```
FXS[<ось>]=…
FXST[<ось>]=…
FXSW[<ось>]=…
FXS[<ось>]=… FXST[<ось>]=…
FXS[<ось>]=… FXST[<ось>]=… FXSW[<ось>]=…
```

Значение

FXS:	Команда для включения и выключения функции "Наезд на жесткий упор"	
	FXS[<ось>]=1:	Включить функцию
	FXS=[<ось>]=0:	Выключить функцию
FXST:	Опционная команда для установки зажимного момента Данные в % от максимального момента привода.	

FXSW:	Опционная команда для установки ширины окна для контроля жесткого упора Данные в мм, дюймах или градусах.
<ось>:	Имена осей станка Программируются оси станка (X1, Y1, Z1 и т.д.).

Примечание

Команды FXS, FXST и FXSW действуют модально.

Программирование FXST и FXSW является опционным: если данные отсутствуют, то действует последнее запрограммированное значение или установленное в соответствующих машинных данных значение.

Активировать наезд на жесткий упор: FXS[<ось>] = 1

Движение к заданной точке может быть описано как движение траекторных или позиционирующих осей. Для позиционирующих осей функция возможна и за границы кадра.

Наезд на жесткий упор может осуществляться и для нескольких осей одновременно и параллельно движению других осей. Жесткий упор должен находиться между стартовой позицией и заданным конечным положением.

Пример:

Программный код	Комментарий
X250 Y100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3 FXSW[X1]=2	; Ось X1 движется с подачей F100 (опционные данные) к заданному конечному положению X=250 мм. Зажимной момент составляет 12.3% от максимального движущего момента, контроль осуществляется в окне шириной 2 мм.
...	

ВНИМАНИЕ

Сразу же после активации функции "Наезд на жесткий упор" для оси/шпинделя более нельзя запрограммировать новую позицию для этой оси.

Перед выбором функции шпиндели должны быть переведены в режим управления положением.

Деактивировать наезд на жесткий упор: FXS[<ось>] = 0

Выключение функции вызывает остановку предварительной обработки.

В кадре с `FXS[<ось>]=0` могут и должны стоять движения перемещения.

Пример:

Программный код	Комментарий
`X200 Y400 G01 G94 F2000 FXS[X1]=0`	`; Ось X1 отводится от жесткого упора на позицию X= 200 мм. Все другие данные являются опционными.`
`...`	

ВНИМАНИЕ
Движения перемещения на позицию отвода должны осуществляться от жесткого упора, в ином случае возможны повреждения упора или станка. Смена кадра осуществляется после достижения позиции отвода. Если позиция отвода не указана, то смена кадра осуществляется сразу же после отключения ограничения моментов.

Зажимной момент (FXST) и окно контроля (FXSW)

Запрограммированное ограничение моментов `FXST` действует с начала кадра, т.е. и наезд на упор осуществляется с уменьшенным моментом. `FXST` и `FXSW` могут быть запрограммированы или изменены в любой момент времени в программе обработки деталей. Изменения начинают действовать перед движениями перемещения, стоящими в том же кадре.

Если программируется новое окно контроля жесткого упора, то изменяется не только ширина окна, но и исходная точка для центра окна, если ось до этого двигалась. Фактическая позиция оси станка при изменении окна является новым центром окна.

ВНИМАНИЕ
Окно должно быть выбрано таким образом, чтобы только наезд на упор приводил к срабатыванию контроля жесткого упора.

Дополнительная информация

Рампа нарастания

Через машинные данные можно определить рампу нарастания для новой границы момента, чтобы предотвратить скачкообразную установку границы момента (к примеру, при зажиме детали пинолью).

Подавление ошибок

В приложениях ошибка упора может быть подавлена из программы обработки деталей, при этом в машинных данных создается маска ошибки и новая установка MD активируется с помощью NEW_CONF.

Активация

Команды для наезда на жесткий упор могут вызываться из синхронных действий/технологических циклов. Активация может осуществляться и без движения, ограничение момента осуществляется сразу же. Как только начинается движение оси со стороны заданного значения, сразу же начинается контроль упора.

Активация из синхронных действий

Пример:

Если ожидаемое событие ($R1) наступает, а наезд на жесткий упор еще не выполняется, то необходимо активировать `FXS` для оси Y. Момент должен составлять 10% номинального момента. Для ширины окна контроля действует значение предварительной установки.

Программный код

```
N10 IDS=1 WHENEVER (($R1=1) AND ($AA_FXS[Y]==0)) DO $R1=0 FXS[Y]=1 FXST[Y]=10
```

Обычная программа обработки деталей должна обеспечить установку $R1 к желаемому моменту времени.

Деактивация из синхронных действий

Пример:

Если имеется ожидаемое событие ($R3) и существует состояние "Наезд на упор" (системная переменная $AA_FXS), то FXS должна быть отключена.

Программный код

```
IDS=4 WHENEVER (($R3==1) AND ($AA_FXS[Y]==1)) DO FXS[Y]=0 FA[Y]=1000 POS[Y]=0
```

Жесткий упор был достигнут

После достижения жесткого упора:

- Остаточный путь удаляется и отслеживается заданное значение положения.
- Движущий момент возрастает до запрограммированного предельного значения `FXSW` и остается после этого постоянным.
- Контроль жесткого упора активируется в пределах указанной ширины окна.

Граничные условия

- Измерение со стирание остатка пути

  ”Измерение со стиранием остаточного пути” (команда `MEAS`) и ”Наезд на жесткий упор” не могут одновременно программироваться в одном кадре.

  Исключение:

  Одна функция воздействует на траекторную ось, а другая – на позиционирующую ось, или обе воздействуют на позиционирующие оси.

- Контроль контура

  При активной функции "Наезд на жесткий упор" контроль контура не осуществляется.

- Позиционирующие оси

  При "Наезде на жесткий упор" с позиционирующими осями смена кадров осуществляется независимо от движения наезда на жесткий упор.

- Оси Link и оси контейнера

  Наезд на жесткий упор допускается и для осей Link и осей контейнера.

  Состояние зависимой оси станка сохраняется и после вращения контейнера. Это же относится и к модальному ограничению моментов с FOCON.

  Литература:

  - Описание функций "Расширенные функции"; Несколько пультов оператора на нескольких NCU, децентрализованные системы (B3)
  - Руководство по программированию "Расширенное программирование"; тема: "Наезд на жесткий упор (FXS und FOCON/FOCOF)"

- Наезд на жесткий упор невозможен:

  - для осей Gantry
  - для конкурирующих позиционирующих осей, управляемых исключительно с PLC (выбор `FXS` должен осуществляться из программы ЧПУ).

- Если граница моментов слишком уменьшается, то ось более не может следовать установке заданного значения, регулятор положения переходит в ограничение и увеличивается погрешность контура. В этом рабочем состоянии при увеличении границы моментов могут возникнуть толчкообразные движения. Для обеспечения следования оси необходимо контролировать, чтобы погрешность контура не была бы больше, чем при неограниченном моменте.

14.7 Динамические характеристики

14.7.1 Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA)

Функция

Для программирования режима ускорения имеются следующие команды программы обработки детали:

- `BRISK`, `BRISKA`

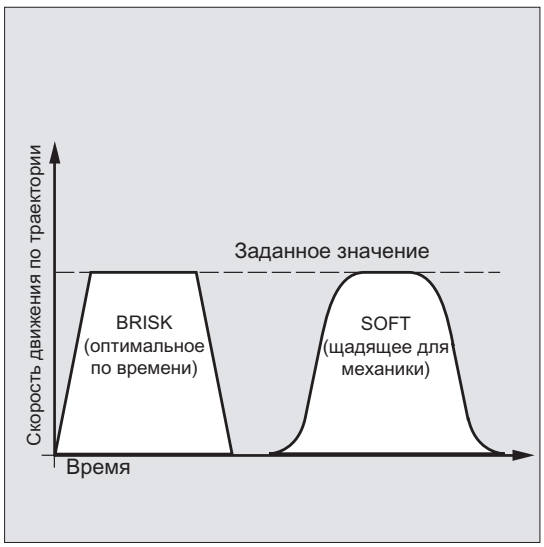
  Отдельные оси или траекторные оси движутся с макс. ускорением до достижения запрограммированной скорости подачи (**Ускорение без ограничения рывка**).

- `SOFT`, `SOFTA`

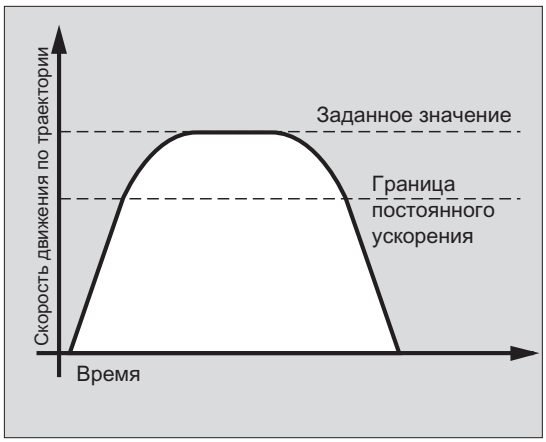
  Отдельные оси или траекторные оси движутся с постоянным ускорением до достижения запрограммированной скорости подачи (**Ускорение с ограничением рывка**).

- `DRIVE`, `DRIVEA`

  Отдельные оси или траекторные оси движутся с макс. ускорением до спроектированной границы скорости (установка MD!). После этого осуществляется уменьшение ускорения (установка MD!) до достижения запрограммированной скорости подачи.



Изображение 14-1 Характеристика скорости движения по траектории при BRISK и SOFT



Изображение 14-2 Характеристика скорости движения по траектории при DRIVE

Синтаксис

```
BRISK
BRISKA(<ось1>,<ось2>,…)
SOFT
SOFTA(<ось1>,<ось2>,…)
DRIVE
DRIVEA(<ось1>,<ось2>,…)
```

Значение

BRISK:	Команда для включения "Ускорения без ограничения рывка" для траекторных осей.
BRISKA:	Команда для включения "Ускорения без ограничения рывка" для движений отдельных осей (JOG, JOG/INC, позиционирующая ось, качающаяся ось, и т.д.).
SOFT:	Команда для включения "Ускорения с ограничением рывка" для траекторных осей.
SOFTA:	Команда для включения "Ускорения с ограничением рывка" для движений отдельных осей (JOG, JOG/INC, позиционирующая ось, качающаяся ось, и т.д.).
DRIVE:	Команда для включения уменьшенного ускорения выше спроектированной границы скорости (MD35220 $MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT) для траекторных осей.
DRIVEA:	Команда для включения уменьшенного ускорения выше спроектированной границы скорости (MD35220 $MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT) для движений отдельных осей (JOG, JOG/INC, позиционирующая ось, качающаяся ось, и т.д.).
(<ось1>,<ось2>,…):	Отдельные оси, для которых должен действовать вызванный режим ускорения.

Граничные условия

Смена режима ускорения при обработке

Если в программе обработки детали режим ускорения изменяется при обработке (BRISK ↔ SOFT), то и в режиме управления траекторией на переходе выполняется смена кадра с точным остановом на конце кадра.

Примеры

Пример 1: SOFT и BRISKA

Программный код

```
N10 G1 X… Y… F900 SOFT
N20 BRISKA(AX5,AX6)
...
```

Пример 2: DRIVE и DRIVEA

Программный код

```
N05 DRIVE
N10 G1 X… Y… F1000
N20 DRIVEA (AX4, AX6)
...
```

Литература

Описание функций "Основные функции"; Ускорение (B2)

14.7.2 Управление ускорением для ведомых осей (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA)

Функция

В соединениях осей (тангенциальное слежение, буксировка, соединение по главному значению, электронный редуктор; → см. Руководство по программированию "Расширенное программирование") ведомые оси/шпиндели перемещаются в зависимости от одной или нескольких ведущих осей/шпинделей.

Управление динамическими ограничениями ведомых осей/шпинделей возможно с помощью функций VELOLIMA, ACCLIMA и JERKLIMA из программы обработки детали или из синхронных действий, и при уже активированном соединении осей.

Примечание

Функция JERKLIMA доступна не для всех типов соединений.

Литература:

- Описание функций "Специальные функции"; Соединения осей (M3)
- Описание функций "Расширенные функции"; Синхронный шпиндель (S3)

Примечание

Доступность для SINUMERIK 828D

Функции VELOLIMA, ACCLIMA и JERKLIMA могут использоваться на SINUMERIK 828D только в комбинации с функцией "Буксировка"!

Синтаксис

```
VELOLIMA(<ось>)=<значение>
ACCLIMA(<ось>)=<значение>
JERKLIMA(<ось>)=<значение>
```

Значение

VELOLIMA:	Команда для коррекции спараметрированной максимальной **скорости**
ACCLIMA:	Команда для коррекции спараметрированного максимального **ускорения**
JERKLIMA:	Команда для коррекции спараметрированного максимального **рывка**
<ось>:	Ведомая ось, динамические ограничения которой должны быть исправлены
<значение>:	Процентная поправка

Примеры

Пример 1: Коррекция динамических ограничений для ведомой оси (AX4)

```
Программный код            Комментарий
...
VELOLIMA[AX4]=75           ; Коррекция ограничения до 75% зафиксированной в машинных
                             данных макс. осевой скорости.
ACCLIMA[AX4]=50            ; Коррекция ограничения до 50% зафиксированного в машинных
                             данных макс. осевого ускорения.
JERKLIMA[AX4]=50           ; Коррекция ограничения до 50% зафиксированного в машинных
                             данных макс. осевого рывка при движении по траектории.
...
```

Пример 2: Электронный редуктор

Ось 4 через соединение "Электронный редуктор" соединена с осью X. Приемистость ведомой оси ограничивается до 70 % макс. ускорения. Макс. допустимая скорость ограничивается до 50 % макс. скорости. После успешного включения соединения макс. допустимая скорость снова устанавливается на 100 %.

```
Программный код            Комментарий
...
N120 ACCLIMA[AX4]=70       ; Уменьшенное макс. ускорение.
N130 VELOLIMA[AX4]=50      ; Уменьшенная макс. скорость.
...
N150                       ; Включение соединения электронного редуктора.
EGON(AX4,"FINE",X,1,2)
...
N200 VELOLIMA[AX4]=100     ; Полная макс. скорость.
...
```

Пример 3: Управления соединением по главному значению через статическое синхронное действие

Ось 4 через соединение по главному значению соединяется с осью X. Динамическая характеристика через статическое синхронное действие 2 от позиции 100 ограничивается до 80 %.

```
Программный код            Комментарий
...
N120 IDS=2 WHENEVER        ; Синхронное действие
$AA_IM[AX4] > 100 DO
ACCLIMA[AX4]=80
N130 LEADON(AX4, X, 2)     ; Соединение по главному значению вкл.
...
```

14.7.3 Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH)

Функция

С помощью G-группы "Технология" для 5 различных технологических этапов обработки можно активировать подходящую динамику.

Динамические значения и G-команды могут конфигурироваться и поэтому зависят от установок машинных данных (→ Изготовитель станка!).

Литература:
Описание функций "Основные функции"; Режим управления траекторией, точный останов, LookAhead (B1)

Синтаксис

Активация динамический значений:

```
DYNNORM
DYNPOS
DYNROUGH
DYNSEMIFIN
DYNFINISH
```

Примечание

Динамические значения активируются уже в том кадре, в котором программируется соответствующая G-команда. Обработка не останавливается.

Запись или чтение определенного элемента поля:

```
R<m>=$MA...[n,X]
$MA...[n,X]=<значение>
```

Значение

DYNNORM:	G-команда для активации **обычной динамики**
DYNPOS:	G-команда для активации динамики для **режима позиционирования**, **нарезания внутренней резьбы**
DYNROUGH:	G-команда для активации динамики для **черновой обработки**
DYNSEMIFIN:	G-команда для активации динамики для **чистовой обработки**
DYNFINISH:	G-команда для активации динамики для **точной чистовой обработки**

R<m>:	R-параметр с номером <m>
$MA...[n,X]:	Машинные данные с определяющим динамику элементом поля

<n>:	Индекс поля
	Диапазон значений: 0 ... 4
	0 Обычная динамика (DYNNORM)
	1 Динамика для режима позиционирования (DYNPOS)
	2 Динамика для черновой обработки (DYNROUGH)
	3 Динамика для чистовой обработки (DYNSEMIFIN)
	4 Динамика для точной чистовой обработки (DYNFINISH)
<X> :	Адрес оси
<значение>:	Динамическое значение

Примеры

Пример 1: Активация динамических значений

Программный код	Комментарий
DYNNORM G1 X10	; Первичная установка
DYNPOS G1 X10 Y20 Z30 F…	; Режим позиционирования, нарезание внутренней резьбы
DYNROUGH G1 X10 Y20 Z30 F10000	; Черновая обработка
DYNSEMIFIN G1 X10 Y20 Z30 F2000	; Чистовая обработка
DYNFINISH G1 X10 Y20 Z30 F1000	; Точная чистовая обработка

Пример 2: Запись или чтение определенного элемента поля

Макс. ускорение для черновой обработки, ось X.

Программный код	Комментарий
R1=$MA_MAX_AX_ACCEL[2,X]	; Чтение
$MA_MAX_AX_ACCEL[2,X]=5	; Запись

14.8 Движение с предуправлением (FFWON, FFWOF)

Функция

Благодаря предуправлению зависящий от скорости путь выбега уменьшается практически до нуля. Движение с предуправлением способствует более высокой точности контура и тем самым лучшим производственным результатам.

Синтаксис

```
FFWON
FFWOF
```

Значение

FFWON:	Команда для **вкл**ючения предуправления
FFWOF:	Команда для **выкл**ючения предуправления

Примечание

Через машинные данные устанавливается тип предуправления и то, какие траекторные оси должны перемещаться через предуправление.

Стандарт: зависящее от скорости предуправление

Опция: зависящее от ускорения предуправление

Пример

Программный код

```
N10 FFWON
N20 G1 X… Y… F900 SOFT
```

14.9 Точность контура (CPRECON, CPRECOF)

Функция

При обработке без предуправления (FFWON) в случае изогнутых контуров из-за зависящих от скорости рассогласований между заданными и фактическими позициями могут возникнуть погрешности контура.

Программируемая точность контура CPRCEON позволяет зафиксировать в программе ЧПУ максимальную погрешность контура, которая не может быть превышена. Значение погрешности контура указывается с помощью установочных данных $SC_CONTPREC.

С помощью Look Ahead движение по всей траектории может осуществляться с запрограммированной точностью контура.

Синтаксис

```
CPRECON
CPRECOF
```

Значение

CPRECON:	Включение программируемой точности контура
CPRECOF:	Выключение программируемой точности контура

Примечание

Через установочные данные $SC_MINFEED может быть определена минимальная скорость, выход за нижний предел которой не осуществляется, а через системную переменную $SC_CONTPREC то же значение может напрямую записываться из программы обработки детали.

Из значения погрешности контура $SC_CONTPREC и из коэффициента KV (отношение скорости к отклонению, обусловленному запаздыванием) участвующих геометрических осей СЧПУ вычисляет максимальную скорость движения по траектории, при которой результирующая из выбега погрешность контура не превышает зафиксированное в установочных данных минимальное значение.

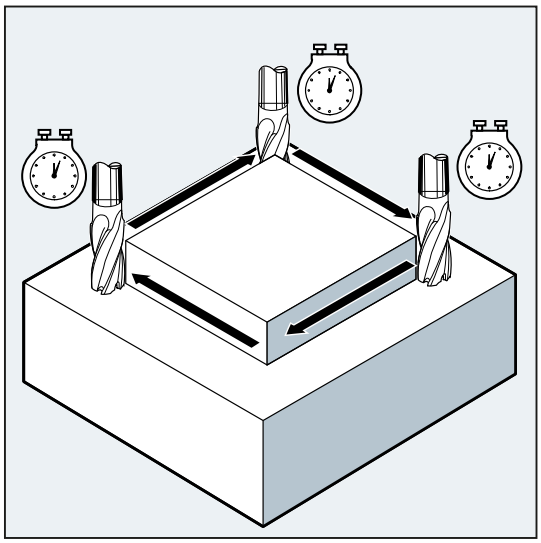
Пример

Программный код	Комментарий
N10 X0 Y0 G0	
N20 CPRECON	; Включение точности контура
N30 F10000 G1 G64 X100	; Обработка с 10 м/мин в режиме управления траекторией
N40 G3 Y20 J10	; Автоматическое ограничение подачи в круговом кадре
N50 X0	; Подача без ограничения 10 м/мин

14.10 Время ожидания (G4)

Функция

С помощью G4 между двумя кадрами ЧПУ может быть запрограммировано "Время ожидания", на которое обработка детали прерывается.



Примечание

G4 прерывает режим управления траекторией.

Использование

К примеру, для свободного резания.

Синтаксис

```
G4 F…/S<n>=...
```

Примечание

G4 должна быть запрограммирована в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

G4:	Активировать время ожидания
F…:	По адресу F программируется время ожидания в секундах.
S<n>=...:	По адресу S программируется время ожидания в оборотах шпинделя. <n>: Числовое расширение указывает номер шпинделя, к которому должно относиться время ожидания. Без числового расширения (S...) время ожидания относится к мастер-шпинделю.

Примечание

Только в кадре G4 для указания времени используются адреса F и S. Запрограммированная перед кадром G4 подача F... и скорость шпинделя S... сохраняются.

Пример

Программный код	Комментарий
N10 G1 F200 Z-5 S300 M3	; Подача F, число оборотов шпинделя S
N20 G4 F3	; Время ожидания: 3с
N30 X40 Y10	
N40 G4 S30	; Ожидать 30 оборотов шпинделя (соответствует при S=300 об/мин и процентовке скорости 100%: t = 0,1 мин).
N50 X...	; Запрограммированная в N10 подача и скорость шпинделя продолжают действовать.

14.11 Внутренняя остановка предварительной обработки

Функция

При обращении к данным состояния станка ($A…) СЧПУ осуществляет внутреннюю остановку предварительной обработки. Следующий кадр выполняется только тогда, когда все подготовленные и сохраненные прежде кадры полностью выполнены. Предыдущий кадр останавливается с точным остановом (как G9).

Пример

Программный код	Комментарий
...	
N40 POSA[X]=100	
N50 IF $AA_IM[X]==R100 GOTOF MARKE1	; Обращение к данным состояния станка ($A…), СЧПУ осуществляет внутреннюю остановку предварительной обработки.
N60 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
...	

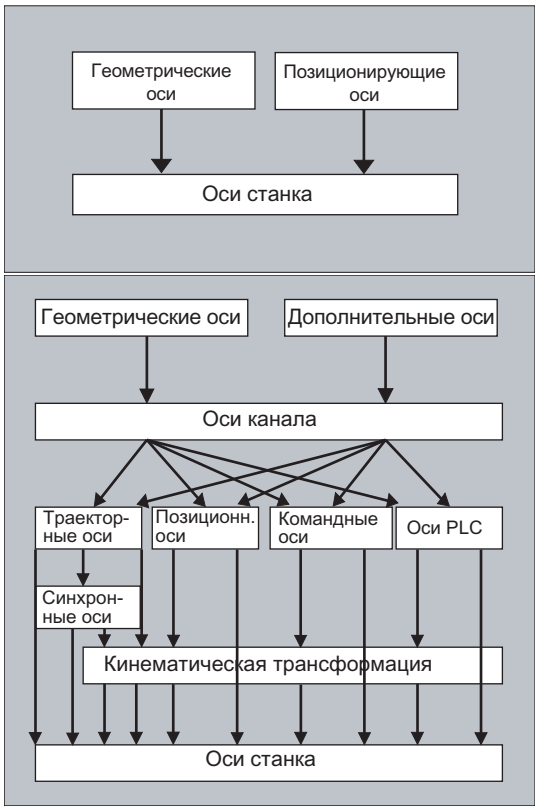
Прочая информация 15

15.1 Оси

Типы осей

В программировании различаются следующие оси:

- Оси станка
- Оси канала
- Геометрические оси
- Дополнительные оси
- Траекторные оси
- Синхронные оси
- Позиционирующие оси
- Командные оси (синхронизации движения)
- Оси PLC
- Оси Link
- Оси Lead-Link



Поведение запрограммированных типов осей

Программируются геометрические, синхронные и позиционирующие оси.

- Траекторные оси движутся с подачей F в соответствии с запрограммированными командами движения.
- Синхронные оси движутся синхронно с траекторными осями и затрачивают на путь движения то же время, что и все траекторные оси.
- Позиционирующие оси движутся асинхронно со всеми прочими осями. Эти движения перемещения запускаются траекторными и синхронными движениями.
- Командные оси движутся асинхронно со всеми прочими осями. Эти движения перемещения запускаются траекторными и синхронными движениями.
- Оси PLC управляются PLC и могут двигаться асинхронно со всеми прочими осями. Движения перемещения запускаются траекторными и синхронными движениями.

15.1.1 Главные оси/геометрические оси

Главные оси определяют прямоугольную, правовращающуюся систему координат. В этой системе координат программируются движения инструмента.

В технике ЧПУ главные оси обозначаются как геометрические оси. В данном руководстве по программированию также будет использоваться это понятие.

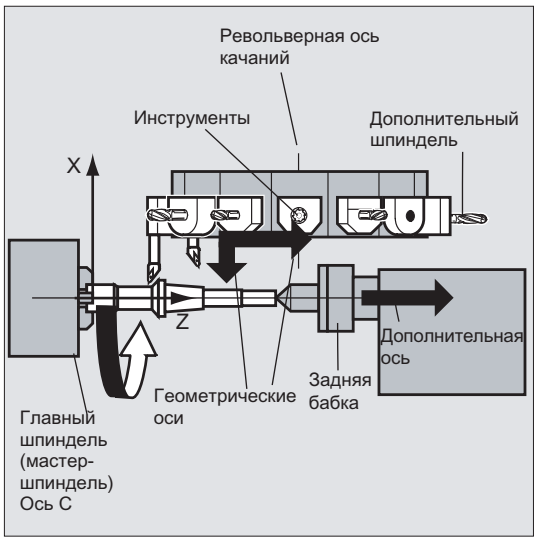
Переключаемые гео-оси

С помощью функции "Переключаемые геометрические оси" (см. описание функций "Расширенное программирование") можно изменять сконфигурированное через машинные данные соединение геометрических осей из программы обработки деталей. При этом одна из определенных в качестве синхронной дополнительной оси ось канала может заменять любую геометрическую ось.

Идентификатор оси

Для токарных станков:

геометрические оси X и Z, иногда Y



Для фрезерных станков:

геометрические оси X, Y и Z.

Дополнительная информация

Для программирования фреймов и геометрии детали (контура) используются максимум три геометрические оси.

Идентификаторы для геометрических осей и осей канала могут быть одинаковыми, если возможно отображение.

Имена геометрических осей и осей канала в каждом канале могут быть одинаковыми, таким образом, могут выполняться одни и те же программы.

15.1.2 Дополнительные оси

В отличие от геометрических осей, для дополнительных осей не определено геометрической связи между осями.

Типичными дополнительными осями являются:

- оси револьверной головки
- оси поворотного стола
- оси качающейся головки
- оси загрузчика

Идентификатор оси

У токарного станка с поворотным магазином, к примеру,:

- Позиция револьверной головки U
- Задняя бабка V

Пример программирования

Программный код	Комментарий
N10 G1 X100 Y20 Z30 A40 F300	; Движения траекторных осей.
N20 POS[U]=10POS[X]=20 FA[U]=200 FA[X]=350	; Движения позиционирующих осей.
N30 G1 X500 Y80 POS[U]=150FA[U]=300 F550	; Траекторная и позиционирующая ось.
N40 G74 X1=0 Z1=0	; Подвод к референтной точке.

15.1.3 Главный шпиндель, мастер-шпиндель

Какой из шпинделей является главным, определяется кинематикой станка. Этот шпиндель, как правило, через машинные данные назначается мастер-шпинделем.

Это соответствие может быть изменено программной командой `SETMS(<номер шпинделя>)`. С помощью `SETMS` без указания номера шпинделя можно вернуться к определенному в машинных данных мастер-шпинделю.

Для мастер-шпинделя действуют специальные функции, к примеру, резьбонарезание.

Идентификатор шпинделя

S или S0

15.1.4 Оси станка

Оси станка это физически имеющиеся на станке оси.

Движения осей через трансформации (TRANSMIT, TRACYL или TRAORI) могут быть согласованы с осями станка. Если трансформации предусмотрены для станка, то при вводе в эксплуатацию (**Изготовитель станка!**) необходимо определить различные имена осей.

Имена осей станка программируются только в специальных случаях (к примеру, при движении к референтной или фиксированной точке).

Идентификатор оси

Идентификаторы осей могут устанавливаться через машинные данные.

Обозначение при стандартной установке:

X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, U1, V1

Кроме этого существуют фиксированные идентификаторы осей, которые могут использоваться всегда:

AX1, AX2, …, AX<n>

15.1.5 Оси канала

Оси канала это все оси, перемещаемые в канале.

Идентификатор оси

X, Y, Z, A, B, C, U, V

15.1.6 Траекторные оси

Траекторные оси описывают ход траектории и тем самым движение инструмента в пространстве.

Запрограммированная подача действует вдоль этой траектории. Участвующие в этой траектории оси достигают своих позиций одновременно. Как правило, это геометрические оси.

Какие оси являются траекторными осями и тем самым определяют скорость, задается через предварительные установки.

В программе ЧПУ траекторные оси могут указываться с помощью `FGROUP`.

Дополнительную информацию по `FGROUP` см. "Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]".

15.1.7 Позиционирующие оси

Позиционирующие оси интерполируются раздельно, т.е. каждая позиционирующая ось имеет свой осевой интерполятор и свою подачу. Позиционирующие оси не интерполируют с траекторными осями.

Позиционирующие оси перемещаются из программы ЧПУ или с PLC. Если одна ось одновременно должна перемещаться и программой ЧПУ, и PLC, то появляется сообщение об ошибке.

Типичными позиционирующими осями являются:

- загрузчик для транспортировки детали
- загрузчик для отгрузки детали
- инструментальный магазин/револьвер

Типы

Различаются позиционирующие оси с синхронизацией к концу кадра или через несколько кадров.

Оси POS

Смена кадра осуществляется к концу кадра, если все запрограммированные в этом кадре траекторные и позиционирующие оси достигли своей запрограммированной конечной точки.

Оси POSA

Движения этих позиционирующих осей могут осуществляться через несколько кадров.

Оси POSP

Движение этих позиционирующих осей для подвода к конечной позиции осуществляется поэтапно.

Примечание

Позиционирующие оси становятся синхронными осями, если они перемещаются без особой идентификации POS/POSA.

Режим управления траекторией (G64) для траекторных осей возможен только тогда, когда позиционирующие оси (POS) достигли своей конечной позиции перед траекторными осями.

Траекторные оси, программируемые с помощью `POS`/`POSA`, для этого кадра изымаются из соединения траекторных осей.

Дополнительную информацию по `POS`, `POSA` и `POSP` см. "Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) [Страница 119]".

15.1.8 Синхронные оси

Синхронные оси движутся синхронно с ходом траектории от начальной к запрограммированной конечной позиции.

Запрограммированная в `F` подача действует для всех запрограммированных в кадре траекторных осей, но не для синхронных осей. Для хода синхронных осей требуется то же время, что и для траекторных осей.

Синхронной осью может быть, к примеру, круговая ось, перемещаемая синхронно с траекторной интерполяцией.

15.1.9 Командные оси

Командные оси запускаются из синхронных действий на основе события (команды). Они могут позиционироваться, запускаться и останавливаться полностью асинхронно с программой обработки деталей. Ось не может приводиться в движение одновременно из программы обработки деталей и из синхронных действий.

Командные оси интерполируются раздельно, т.е. каждая командная ось имеет свой осевой интерполятор и свою подачу.

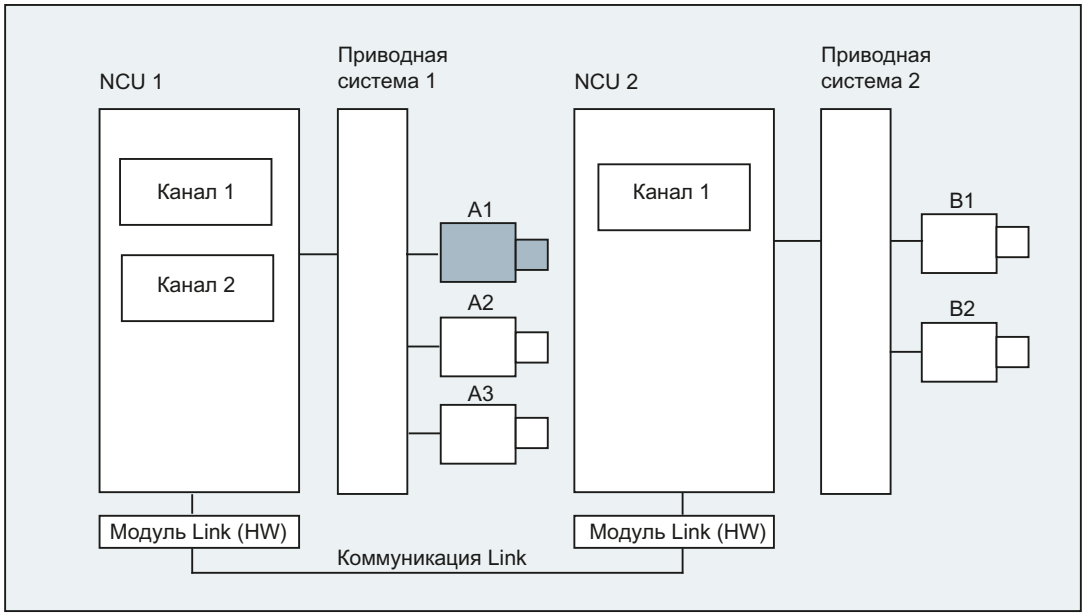
Литература:
Описание функций "Синхронные действия"

15.1.10 Оси PLC

Оси PLC перемещаются с PLC через специальные функциональные блоки в главной программе и могут двигаться асинхронно со всеми прочими осями. Движения перемещения запускаются траекторными и синхронными движениями.

15.1.11 Оси Link

Link-оси это оси, физически подключенные к другому NCU и подчиняющиеся его управлению по положению. Link-оси могут быть динамически согласованы с каналами **другого** NCU. С точки зрения определенного NCU, Link-оси это не локальные оси.



Для динамического изменения согласования с NCU служит концепция **осевого контейнера**. Переход осей с `GET` и `RELEASE` из программы обработки детали для Link-осей **не** доступен.

Дополнительная информация

Условия

- Участвующие NCU1 и NCU2 должны быть соединены через Link-модуль с быстрой Link-коммуникацией.
  Литература:
  Справочник по оборудованию "Проектирование NCU"
- Ось должна быть соответственно сконфигурирована через машинные данные.
- Необходимо наличие опции "Link-ось".

Описание

Управление по положению осуществляется на NCU, на котором ось физически соединена с приводом. Там находится соответствующий осевой интерфейс VDI. Заданные значения положения создаются для Link-осей на другом NCU и коммуникация осуществляется через NCU-Link.

Link-коммуникация должна отвечать за синхронизацию между интерполяторами и регуляторами положения или интерфейсом PLC. Вычисленные интерполяторами заданные значения должны быть переданы на контур управления положением на основном NCU, или фактические значения должны быть снова переданы обратно.

Литература:
Дополнительные подробности по Link-осям см.:
Описание функций "Расширенные функции"; Несколько пультов оператора и NCU (B3)

Осевой контейнер

Осевой контейнер это структура данных кольцевого буфера, в которой осуществляется согласование локальных осей и/или Link-осей с каналами. Записи в кольцевом буфере могут иметь **циклическое смещение**.

Конфигурация Link-осей допускает в логическом образе осей станка наряду с прямой ссылкой на локальные оси или Link-оси ссылку на осевой контейнер. Такая ссылка состоит из:

- номера контейнера **и**
- слота (место в кольцевом буфере внутри соответствующего контейнера)

В качестве элемента на месте в кольцевом буфере стоит:

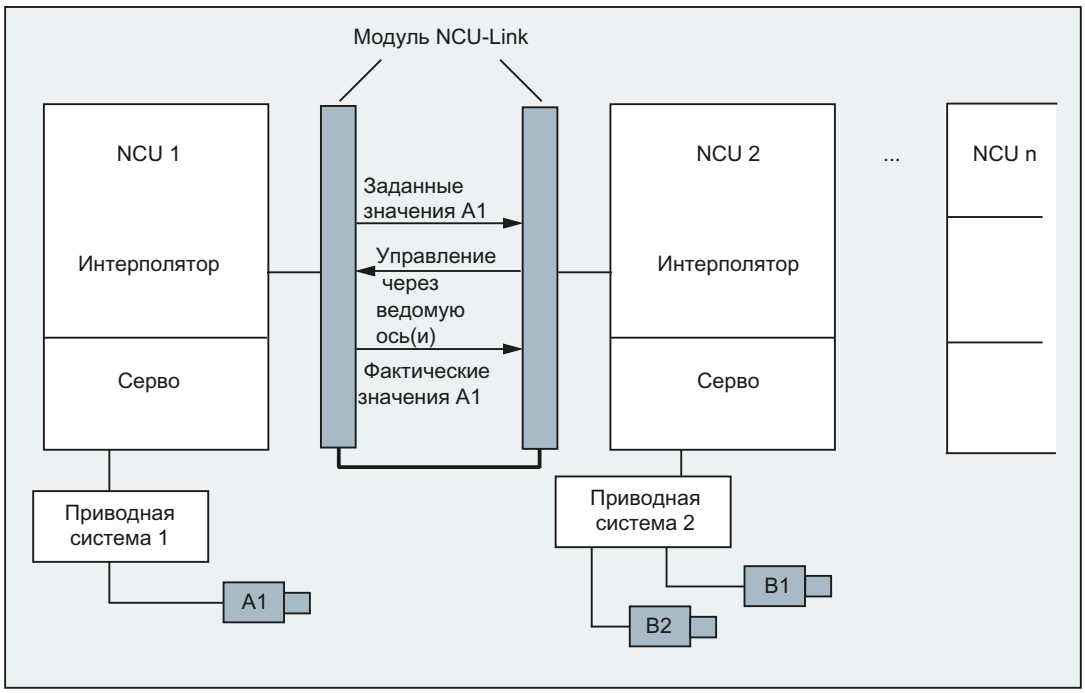
- локальная ось **или**
- Link-ось

Элементы в осевом контейнере содержат локальные оси станка или Link-оси с точки зрения отдельного NCU. Элементы в логическом образе осей станка (MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB) отдельного NCU являются фиксированными.

Литература:
Функция осевого контейнера описана в:
Описание функций "Расширенные функции"; Несколько пультов оператора и NCU (B3)

15.1.12 Оси Lead-Link

Lead-Link-ось это ось, которая интерполируется NCU и используется одним или несколькими другими NCU в качестве ведущей оси для управления ведомыми осями.



Осевая ошибка регулятора положения передается на все другие NCU, которые через Lead-Link-ось имеют отношение к затронутой оси.

Зависимые от Lead-Link-оси NCU могут использовать следующие соединения с Lead-Link-осью:

- главное значение(заданное, фактическое, симулированное главное значение)
- буксировка
- тангенциальное слежение
- электронный редуктор (ELG)
- синхронный шпиндель

Программирование

Главный NCU:

Только NCU, с которым физически согласована ось главного значения, может программировать движения перемещения для этой оси. Исходя из этого программирование не должно учитывать особенностей.

NCU ведомых осей:

Программирование на NCU ведомых осей не может содержать команд перемещения для Lead-Link-оси (ось главного значения). Нарушения этого правила вызывают ошибку.

Обращение к Lead-Link-оси осуществляется через идентификатор осей канала обычным способом. Доступ к состояниям Lead-Link-оси возможен через выбранные системные переменные.

Дополнительная информация

Условия

- Участвующие NCU NCU1 до NCU<n> (<n> макс. 8) должны быть соединены через Link-модуль с быстрой Link-коммуникацией.
  Литература:
  Справочник по оборудованию "Проектирование NCU"
- Ось должна быть соответственно сконфигурирована через машинные данные.
- Необходимо наличие опции "Link-ось".
- Для всех участвующих NCU должен быть сконфигурирован идентичный такт интерполяции.

Ограничения

- Ведущая ось в качестве Lead-Link-оси не может быть Link-осью, т.е перемещаемая другим NCU как основным NCU.
- Ведущая ось в качестве Lead-Link-оси не может быть осью контейнера, т.е. осью, к которой попеременно обращаются различные NCU.
- Lead-Link-ось не может быть запрограммированной ведущей осью соединения Gantry.
- Соединения с Lead-Link-осями не могут иметь многоступенчатого последовательного включения (каскадирование).
- Переход оси возможен только внутри основного NCU Lead-Link-оси.

Системные переменные

Следующие системные переменные могут использоваться с идентификатором осей канала Lead-Link-оси:

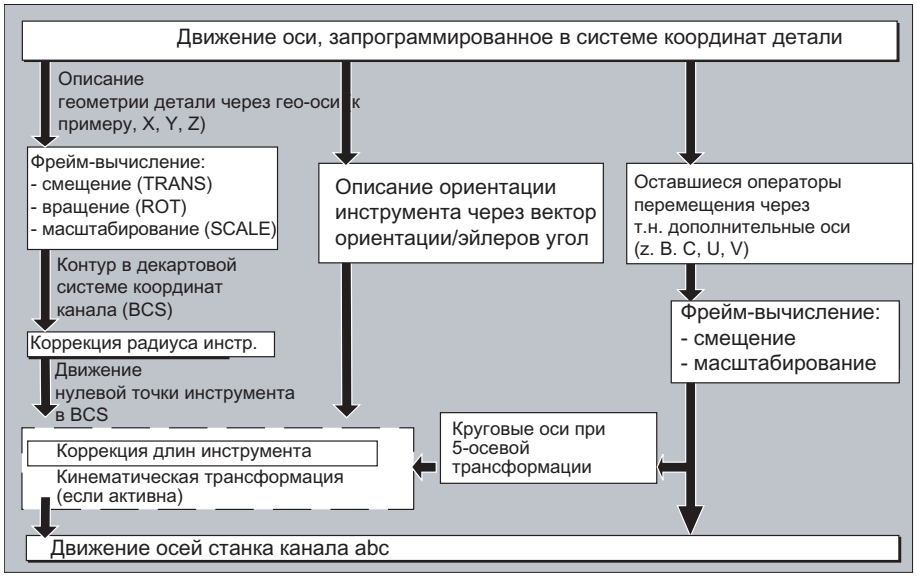
Системная переменная	Значение
$AA_LEAD_SP	Симулированное главное значение – позиция
$AA_LEAD_SV	Симулированное главное значение – скорость

Если эти системные переменные актуализируются через NCU ведущей оси, то новые значения передаются и на NCU, которые хотят перемещать ведомые оси в зависимости от этой ведущей оси.

Литература:
Описание функций "Расширенные функции"; Несколько панелей оператора и NCU (B3)

15.2 От команды движения до движения станка

Связь между запрограммированными движениями осей (командами движения) и следующими из них движениями станка должен пояснить рисунок ниже:

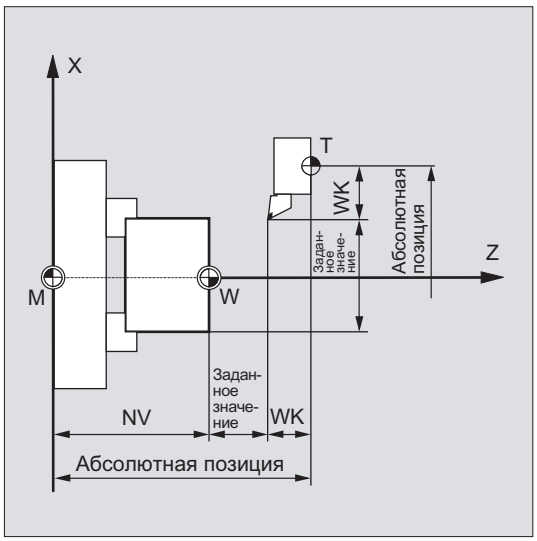


15.3 Вычисление хода

Вычисление хода дает участок пути, который должен быть пройден в одном кадре, с учетом всех смещений и коррекций.

Общее правило:

Ход = заданное значение – фактическое значение + смещение нулевой точки (ZO) + коррекция инструмента (WK)



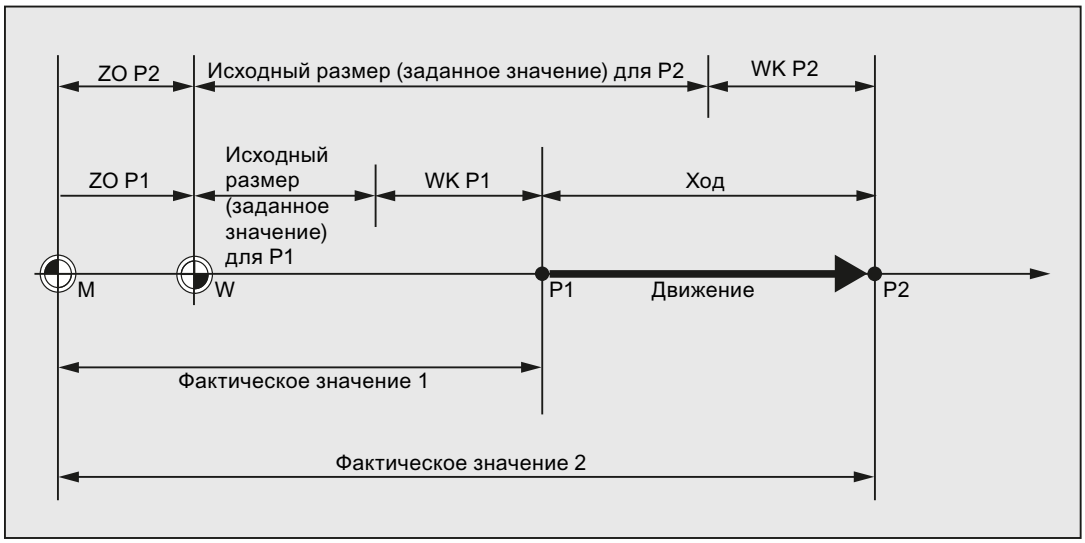
Если в новом программном кадре программируется новое смещение нулевой точки и новая коррекция инструмента, то:

- при вводе исходного размера:

  Ход = (исходный размер P2 - исходный размер P1) + (ZO P2 - ZO P1) + (WK P2 - WK P1).

- при вводе составного размера:

  Ход = составной размер + (ZO P2 - ZO P1) + (WK P2 - WK P1).



15.4 Адреса

Фиксированные и устанавливаемые адреса

Адреса могут быть разделены на две группы:

- Фиксированные адреса

  Эти адреса фиксировано установлены, т.е. символы адреса не могут быть изменены.

- Устанавливаемые адреса

  Этим адресам изготовитель станка через машинные данные может присвоить другое имя.

В таблице ниже перечислены некоторые важные адреса. В последней графе указано, идет ли речь о фиксированном или устанавливаемом адресе.

Адрес	Значение (стандартная установка)	Имя
A=DC(...) A=ACP(...) A=ACN(...)	Круговая ось	устанавли-ваемый
ADIS	Интервал перешлифовки для траекторных функций	фиксиро-ванный
B=DC(...) B=ACP(...) B=ACN(...)	Круговая ось	устанавли-ваемый
C=DC(...) C=ACP(...) C=ACN(...)	Круговая ось	устанавли-ваемый
CHR=...	Снятие фасок угла контура	фиксиро-ванный
D...	Номер резца	фиксиро-ванный
F...	Подача	фиксиро-ванный
FA[ось]=... или FA[шпиндель]=... или [SPI(шпиндель)]=...	Осевая подача (только если номер шпинделя задается через переменную)	фиксиро-ванный
G...	Функция перемещения	фиксиро-ванный
H... H=QU(...)	Вспомогательная функция Вспомогательная функция без остановки чтения	фиксиро-ванный
I...	Параметры интерполяции	устанавли-ваемый
J...	Параметры интерполяции	устанавлива емый
K...	Параметры интерполяции	устанавли-ваемый

L...	Вызов подпрограммы	фиксированный
M... M=QU	Дополнительная функция Дополнительная функция без остановки чтения	фиксированный
N...	Вспомогательный кадр	фиксированный
OVR	Процентовка траектории	фиксированный
P...	Кол-во прогонов программы	фиксированный
POS [ось]=...	Позиционирующая ось	фиксированный
POSA[ось]=…	Позиционирующая ось через границу кадра	фиксированный
SPOS=... SPOS[n]=...	Позиция шпинделя	фиксированный
SPOSA=... SPOSA[n	Позиция шпинделя за границу кадра	фиксированный
Q...	Ось	устанавливаемый
R0=... до Rn=... R...	- R-параметры, n устанавливается через MD (стандарт 0 - 99) - Ось	фиксированный устанавливаемый
RND	Закругление угла контура	фиксированный
RNDM	Закругление угла контура (модально)	фиксированный
S...	Число оборотов шпинделя	фиксированный
T...	Номер инструмента	фиксированный
U...	Ось	устанавливаемый
V...	Ось	устанавливаемый
W...	Ось	устанавливаемый
X... X=AC(...) X=IC	Ось " абсолютный " инкрементальный	устанавливаемый
Y... Y=AC(...) Y=IC	Ось	устанавливаемый
Z... Z=AC(...) Z=IC	Ось	устанавливаемый

AR+=...	Апертурный угол	устанавли-ваемый
AP=...	Полярный угол	устанавли-ваемый
CR=...	Радиус окружности	устанавли-ваемый
RP=...	Полярный радиус	устанавли-ваемый

Примечание

Устанавливаемые адреса

Устанавливаемые адреса должны быть однозначными внутри СЧПУ, т.е. одно и то же имя адреса не может использоваться для различных типов адресов.

В качестве типов адресов при этом различаются:

- Осевые значения и конечные точки
- Параметры интерполяции
- Подачи
- Критерии перешлифовки
- Измерение
- Поведение осей и шпинделей

Адреса, действующие модально/покадрово

Модально действующие адреса сохраняют свою значимость с запрограммированным значением до тех пор (во всех последующих кадрах), пока по тому же адресу не будет запрограммировано новое значение.

Действующие покадрово адреса сохраняют свою значимость только в том кадре, в котором они были запрограммированы.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 G01 F500 X10	;
N20 X10	; Подача F из N10 действует до ввода новой подачи.

Адреса с осевым расширением

У адресов с осевым расширением имя оси стоит в квадратных скобках после адреса, который устанавливает соответствие осям.

Пример:

```
Программный код          Комментарий
FA[U]=400                ; Специфическая подача для оси U.
```

Фиксированные адреса с осевым расширением:

Адрес	Значение (стандартная установка)
AX	Осевое значение (переменное программирование оси)
ACC	Осевое ускорение
FA	Осевая подача
FDA	Осевая подача для наложения маховичка
FL	Осевое ограничение подачи
IP	Параметры интерполяции (переменное программирование оси)
OVRA	Осевая процентовка
PO	Полиномиальный коэффициент
POS	Позиционирующая ось
POSA	Позиционирующая ось за границу кадра

Расширенное написание адреса

Расширенное написание адресов позволяет систематизировать большее количество осей и шпинделей.

Расширенный адрес состоит из числового расширения и присвоенного посредством символа "=" арифметического выражения. Цифровое расширение имеет одну или две позиции и всегда является положительным.

Расширенное написание адреса допускается только для следующих простых адресов:

Адрес	Значение
X, Y, Z, …	Адреса осей
I, J, K	Параметры интерполяции
S	Число оборотов шпинделя
SPOS, SPOSA	Позиция шпинделя
M	Дополнительные функции
H	Вспомогательные функции
T	Номер инструмента
F	Подача

Примеры:

Программный код	Комментарий
X7	; "=" не требуется; 7 это значение; но символ "=" возможен и здесь
X4=20	; Ось X4; "=" требуется
CR=7.3	; 2 буквы; "=" требуется
S1=470	; Число оборотов для 1-ого шпинделя: 470 об/мин
M3=5	; Остановка шпинделя для 3-его шпинделя

Для адресов M, H, S а также для SPOS и SPOSA, числовое расширение может быть заменено на переменную. При этом идентификатор переменных стоит в квадратных скобках.

Примеры:

Программный код	Комментарий
S[SPINU]=470	; Число оборотов для шпинделя, номер которого зафиксирован в переменной SPINU
M[SPINU]=3	; Правое вращение для шпинделя, номер которого зафиксирован в переменной SPINU
T[SPINU]=7	; Предварительный выбор инструмента для шпинделя, номер которого зафиксирован в переменной SPINU

15.5 Идентификатор

Команды по DIN 66025 через высокоуровневый язык программирования ЧПУ среди прочего дополняются т.н.. идентификаторами.

Идентификаторы могут записываться для:

- системных переменных
- определенных пользователем переменных
- подпрограмм
- кодовых слов
- меток перехода
- макросов

Примечание

Идентификаторы должны быть однозначными. Один и тот же идентификатор не может использоваться для различных объектов.

Правила наименования

Для присвоения имен идентификаторов действуют следующие правила:

- Макс. число символов:
  - для имен программ: 24
  - идентификаторов осей: 8
  - идентификаторов переменных: 31
- Разрешенными символами являются:
  - буквы
  - цифры
  - символы подчеркивания
- Первыми двумя символами должны быть буквы или символы подчеркивания.
- Разделительные символы между отдельными символами запрещены.

Примечание

Зарезервированные кодовые слова не могут использоваться в качестве идентификаторов.

Зарезервированные комбинации символов

Во избежание повторения имен при присвоении идентификаторов циклов учитывать следующие зарезервированные функции:

- Все идентификаторы, начинающиеся с "CYCLE" или "CUST_" или "GROUP_" или "_" или "S_", зарезервированы для циклов SIEMENS.
- Все идентификаторы, начинающиеся с "CCS”, зарезервированы для компилируемых циклов SIEMENS.
- Пользовательские компилируемые циклы начинаются с "CC”.

Примечание

Пользователю рекомендуется выбирать идентификаторы, начинающиеся с "U” (User), так как такие идентификаторы не используются системой, компилируемыми циклами и циклами SIEMENS.

Другими зарезервированными функциями являются:

- Идентификатор "RL" зарезервирован для обычных токарных станков.
- Идентификаторы, начинающиеся с "E_ " или "F_", зарезервированы для программирования EASY-STEP.

Идентификаторы переменных

У переменных, используемых системой, первая буква заменяется символом "$".

Примеры:

Системная переменная	Значение
$P_IFRAME	Активный устанавливаемый фрейм
$P_F	Запрограммированная подача по траектории

Примечание

Символ "$" не может использоваться для переменных, определяемых пользователем.

15.6 Постоянные

Постоянные Integer

Постоянная Integer это целочисленное значение с или без знака, к примеру, присвоение значения адресу.

Примеры:

`X10.25`	Присвоение значения +10.25 адресу X
`X-10.25`	Присвоение значения -10,25 адресу X
`X0.25`	Присвоение значения +0,25 адресу X
`X.25`	Присвоение значения +0.25 адресу X, без вводного "0"
`X=-.1EX-3`	Присвоение значения $-0{,}1*10^{-3}$ адресу X
`X0`	Присвоение значения 0 адресу X (X0 нельзя заменить на X)

Примечание

Если для адреса с допустимым вводом десятичной точки после десятичной точки записано больше мест, чем предусмотрено для этого адреса, то он округляется до предусмотренного числа мест.

Шестнадцатеричные постоянные

Возможны и постоянные, имеющие шестнадцатеричную интерпретацию. При этом буквы "A" до "F" служат шестнадцатеричными цифрами от 10 до 15.

Шестнадцатеричные постоянные заключаются между двумя апострофами и начинаются с буквы "H" с последующим шестнадцатеричным значением. Разрешаются разделительные символы между буквами и цифрами.

Пример:

Программный код	Комментарий
`$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H3C7F'`	`; Присвоение шестнадцатеричной постоянной машинным данным: MD18080 $MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK`

Примечание

Максимальное количество символов ограничивается диапазоном значений целочисленного типа данных.

Двоичные постоянные

Возможны и постоянные, которые интерпретируются двоично. При этом используются только цифры "0" и "1".

Двоичные постоянные заключаются между апострофами и начинаются с буквы "B" с последующим двоичным значением. Разделительные символы между цифрами разрешаются.

Пример:

Программный код	Комментарий
`$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B10000001'`	`; Через присвоение двоичных постоянных в машинных данных устанавливаются Бит0 и Бит7.`

Примечание

Максимальное количество символов ограничивается диапазоном значений целочисленного типа данных.

Таблицы 16

16.1 Операторы

Пояснение:

1) Активность оператора:

м модально

п покадрово

2) Ссылка на документ, содержащий подробное описание оператора:

PGsl Руководство по программированию "Основы"

PGAsl Руководство по программированию "Расширенное программирование"

BNMsl Руководство по программированию "Измерительные циклы"

BHDsl Руководство оператора "Токарная обработка"

BHFsl Руководство оператора "Фрезерная обработка"

FB1 ( ) Описание функций "Основные функции" (с алфавитно-цифровым сокращением соответствующего описания функций в скобках)

FB2 ( ) Описание функций "Дополнительные функции" (с алфавитно-цифровым сокращением соответствующего описания функций в скобках)

FB3 ( ) Описание функций "Специальные функции" (с алфавитно-цифровым сокращением соответствующего описания функций в скобках)

FBSIsl Описание функций Safety Integrated

FBSY Описание функций "Синхронные действия"

FBW Описание функций "Управление инструментом"

3) Стандартная установка в начале программы (в состоянии СЧПУ при поставке, когда еще ничего другого не запрограммировано).

Оператор	Значение	W 1)	Описание см. 2)
:	Номер главного кадра ЧПУ, конец метки перехода, связывающий оператор		*PGAsl*
*	Оператор для умножения		*PGAsl*
+	Оператор для сложения		*PGAsl*
-	Оператор для вычитания		*PGAsl*
<	Оператор сравнения, меньше		*PGAsl*
<<	Связывающий оператор для строк		*PGAsl*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
<=	Оператор сравнения, меньше равно		*PGAs/*
=	Оператор присваивания		*PGAs/*
>=	Оператор сравнения, больше равно		*PGAs/*
/	Оператор для деления		*PGAs/*
/0 … … /7	Кадр пропускается (1-ый уровень пропуска) Кадр пропускается (8-ый уровень пропуска)		*PGs/* Пропуск кадров [Страница 40]
A	Имя оси	м/п	*PGAs/*
A2	Ориентация инструмента: Угол RPY или эйлеров угол	п	*PGAs/*
A3	Ориентация инструмента: Компонент вектора Перпендикулярно направлению/плоскости	п	*PGAs/*
A4	Ориентация инструмента: Вектор нормали плоскости для начала кадра	п	*PGAs/*
A5	Ориентация инструмента: Вектор нормали плоскости для конца кадра	п	*PGAs/*
ABS	Абсолютное значение (величина)		*PGAs/*
AC	Абсолютное указание размеров координат/позиций	п	*PGs/* Указание абсолютного размера (G90, AC) [Страница 168]
ACC	Управление актуальным осевым ускорением	м	*PGs/* Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция) [Страница 140]
ACCLIMA	Управление актуальным максимальным осевым ускорением	м	*PGs/* Управление ускорением для ведомых осей (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) [Страница 411]
ACN	Абсолютное указание размера для круговых осей, подвод к позиции в отрицательном направлении	п	*PGs/* Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN) [Страница 175]
ACOS	Арккосинус (тригонометрическая функция)		*PGAs/*
ACP	Абсолютное указание размера для круговых осей, подвод к позиции в положительном направлении	п	*PGs/* Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN) [Страница 175]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
ACTBLOCNO	Вывод актуального номера кадра ошибки, даже в случае активности "актуальная индикация кадра подавлена" (DISPLOF)!		*PGAs/*
ADDFRAME	Учет и возможная активация измеренного фрейма		*PGAs/, FB1(K2)*
ADIS	Интервал перешлифовки для траекторных функций G1, G2, G3, ...	м	*PGs/* Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
ADISPOS	Интервал перешлифовки для ускоренного хода G0	м	*PGs/* Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
ADISPOSA	Размер окна допуска для IPOBRKA	м	*PGAs/*
ALF	Угол быстрого отвода	м	*PGAs/*
AMIRROR	Программируемое отражение	п	*PGs/* Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR) [Страница 365]
AND	Логическая И		*PGAs/*
ANG	Угол линии контура	п	*PGs/* Линии контура: Прямая (ANG) [Страница 238]
AP	Полярный угол	м/п	*PGs/* Команды движения с полярными координатами (G0, G1, G2, G3, AP, RP) [Страница 197]
APR	Чтение / индикация защиты доступа		*PGAs/*
APRB	Чтение права доступа, BTSS		*PGAs/*
APRP	Чтение права доступа, программа обработки детали		*PGAs/*
APW	Запись защиты доступа		*PGAs/*
APWB	Запись права доступа, BTSS		*PGAs/*
APWP	Запись права доступа, программа обработки детали		*PGAs/*
APX	Определение защиты доступа для выполнения указанного элемента языка		*PGAs/*
AR	Апертурный угол	м/п	*PGs/* Круговая интерполяция с апертурным углом и центром (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) [Страница 218]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
AROT	Программируемое вращение	п	*PGs*/ Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL) [Страница 350]
AROTS	Программируемые вращения фреймов с пространственными углами	п	*PGs*/ Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS) [Страница 360]
AS	Макро-определение		*PGAs*/
ASCALE	Программируемое масштабирование	п	*PGs*/ Программируемый коэффициент масштабирования (SCALE, ASCALE) [Страница 362]
ASIN	Математическая функция, арксинус		*PGAs*/
ASPLINE	Акима-сплайн	м	*PGAs*/
ATAN2	Арктангенс2		*PGAs*/
ATOL	Спец. для оси допуск для функций компрессора, сглаживания ориентации и типов перешлифовки		*PGAs*/
ATRANS	Аддитивное программируемое смещение	п	*PGs*/ Смещение нулевой точки (TRANS, ATRANS) [Страница 343]
AX	Переменный идентификатор оси	м/п	*PGAs*/
AXCTSWE	Вращать осевой контейнер		*PGAs*/
AXCTSWEC	Отмена разрешения на вращение осевого контейнера		*PGAs*/
AXCTSWED	Вращать осевой контейнер (командная переменная для ввода в эксплуатацию!)		*PGAs*/
AXIS	Идентификатор оси, адрес оси		*PGAs*/
AXNAME	Преобразует входную строку в идентификатор оси		*PGAs*/
AXSTRING	Преобразует строку номер шпинделя		*PGAs*/
AXTOCHAN	Затребовать ось для определенного канала. Возможно из программы ЧПУ и из синхронного действия.		*PGAs*/
AXTOSPI	Преобразует идентификатор оси в индекс шпинделя		*PGAs*/

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
B	Имя оси	м/п	*PGAs/*
B2	Ориентация инструмента: Угол RPY или эйлеров угол	п	*PGAs/*
B3	Ориентация инструмента: Компонент вектора Перпендикулярно направлению/плоскости	п	*PGAs/*
B4	Ориентация инструмента: Вектор нормали плоскости для начала кадра	п	*PGAs/*
B5	Ориентация инструмента: Вектор нормали плоскости для конца кадра	п	*PGAs/*
B_AND	Побитовая И		*PGAs/*
B_OR	Побитовая ИЛИ		*PGAs/*
B_NOT	Побитовое отрицание		*PGAs/*
B_XOR	Побитовая исключающая "ИЛИ"		*PGAs/*
BAUTO	Определение первого сегмента сплайна через следующие 3 точки	м	*PGAs/*
BLOCK	Определяет вместе с кодовым словом TO обрабатываемый программный блок в косвенном вызове подпрограммы		*PGAs/*
BLSYNC	Выполнение обработчика прерываний должно начаться только при следующей смене кадра		*PGAs/*
BNAT [3]	Натуральный переход к первому сплайн-кадру	м	*PGAs/*
BOOL	Тип данных: Значение истинности TRUE/FALSE или 1/0		*PGAs/*
BOUND	Проверяет, находится ли значение в пределах определенного диапазона значений. Тождество возвращает проверяемое значение.		*PGAs/*
BRISK [3]	Скачкообразное ускорение по траектории	м	*PGs/* Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) [Страница 408]
BRISKA	Включение скачкообразного ускорения по траектории для запрограммированных осей		*PGs/* Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) [Страница 408]
BSPLINE	B-сплайн	м	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
BTAN	Тангенциальный переход к первому сплайн-кадру	м	*PGAs/*
C	Имя оси	м/п	*PGAs/*
C2	Ориентация инструмента: Угол RPY или эйлеров угол	п	*PGAs/*
C3	Ориентация инструмента: Компонент вектора Перпендикулярно направлению/плоскости	п	*PGAs/*
C4	Ориентация инструмента: Вектор нормали плоскости для начала кадра	п	*PGAs/*
C5	Ориентация инструмента: Вектор нормали плоскости для конца кадра	п	*PGAs/*
CAC	Абсолютный подвод к позиции		*PGAs/*
CACN	Абсолютный подвод к зафиксированному в таблице значению в отрицательном направлении		*PGAs/*
CACP	Абсолютный подвод к зафиксированному в таблице значению в положительном направлении		*PGAs/*
CALCDAT	Вычисляет радиус и центр окружности из 3 или 4 точек		*PGAs/*
CALCPOSI	Проверка нарушения защищенной области, ограничения рабочего поля и программных лимитов		*PGAs/*
CALL	Косвенный вызов подпрограммы		*PGAs/*
CALLPATH	Программируемый маршрут поиска для вызовов подпрограмм		*PGAs/*
CANCEL	Отменить модальное синхронное действие		*PGAs/*
CASE	Условное ветвление программы		*PGAs/*
CDC	Прямой подвод к позиции		*PGAs/*
CDOF [3]	Контроль столкновения ВЫКЛ	м	*PGs/* Контроль столкновений (CDON, CDOF, CDOF2) [Страница 313]
CDOF2	Контроль столкновения ВЫКЛ, для периферийного фрезерования 3D	м	*PGs/* Контроль столкновений (CDON, CDOF, CDOF2) [Страница 313]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
CDON	Контроль столкновения ВКЛ	м	*PGs*/ Контроль столкновений (CDON, CDOF, CDOF2) [Страница 313]
CFC [3]	Постоянная подача на контуре	м	*PGs*/ Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN) [Страница 146]
CFIN	Постоянная подача только для внутреннего изгиба, не для наружного изгиба	м	*PGs*/ Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN) [Страница 146]
CFINE	Присвоение точного смещения ФРЕЙМ-переменной		*PGAs*/
CFTCP	Постоянная подача в исходной точке резцов инструмента, траектория центра	м	*PGs*/ Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN) [Страница 146]
CHAN	Спецификация сферы действия данных		*PGAs*/
CHANDATA	Установить номера канала для обращения к данным канала		*PGAs*/
CHAR	Тип данных: символы ASCII		*PGAs*/
CHECKSUM	Образует контрольную сумму через поле как STRING с установленной длиной		*PGAs*/
CHF	Фаска; значение = длина фаски	п	*PGs*/ Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271]
CHKDM	Проверка однозначности в магазине		*FBW*
CHKDNO	Проверка однозначности номеров D		*PGAs*/
CHR	Фаска; значение = длина фаски в направлении движения		*PGs*/ Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271]
CIC	Инкрементальный подвод к позиции		*PGAs*/
CIP	Круговая интерполяция через промежуточную точку	м	*PGs*/ Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) [Страница 222]
CLEARM	Сброс одной/нескольких меток для координации канала		*PGAs*/
CLRINT	Выключение прерываний		*PGAs*/
CMIRROR	Отражение на оси координат		*PGAs*/

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
COARSEA	Конец движения при достижении "Точного останова грубого"	м	*PGAs/*
COMPCAD	Компрессор ВКЛ: Оптимизированное качество поверхностей для программ CAD	м	*PGAs/*
COMPCURV	Компрессор ВКЛ: полином с постоянным изгибом	м	*PGAs/*
COMPLETE	Управляющий оператор для выгрузки и загрузки данных		PGAsl
COMPOF [3]	Компрессор ВЫКЛ	м	*PGAs/*
COMPON	Компрессор ВКЛ		*PGAs/*
CONTDCON	Декодирование контура в табличной форме ВКЛ		*PGAs/*
CONTPRON	Включение эталонной подготовки		*PGAs/*
CORROF	Все активные наложенные движения отключаются.		*PGs/* Отключение наложенных движений (DRFOF, CORROF) [Страница 375]
COS	Косинус (тригонометрическая функция)		*PGAs/*
COUPDEF	Определение структуры электронного редуктора / соединения синхронных шпинделей		*PGAs/*
COUPDEL	Удалить структуру электронного редуктора		*PGAs/*
COUPOF	Структура электронного редуктора / синхронная шпиндельная пара ВКЛ		*PGAs/*
COUPOFS	Отключение структуры электронного редуктора / синхронной шпиндельной пары с остановкой ведомого шпинделя		*PGAs/*
COUPON	Структура электронного редуктора / синхронная шпиндельная пара ВКЛ		*PGAs/*
COUPONC	Включение структуры электронного редуктора/пары синхронных шпинделей с передачей предшествующего программирования		*PGAs/*
COUPRES	Сбросить структуру электронного редуктора		*PGAs/*
CP	Движение по траектории	м	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
CPRECOF [3]	Программируемая точность контура ВЫКЛ	м	*PGs/* Точность контура (CPRECON, CPRECOF) [Страница 416]
CPRECON	Программируемая точность контура ВКЛ	м	*PGs/* Точность контура (CPRECON, CPRECOF) [Страница 416]
CPROT	Специфическая для канала защищенная область ВКЛ/ВЫКЛ		*PGAs/*
CPROTDEF	Определение специфической для канала защищенной области		*PGAs/*
CR	Радиус окружности	п	*PGs/* Круговая интерполяция с радиусом и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR) [Страница 216]
CROT	Вращение актуальной системы координат		*PGAs/*
CROTS	Программируемые вращения фрейма с пространственными углами (вращение в указанных осях)	п	*PGs/* Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS) [Страница 360]
CRPL	Вращение фрейма в произвольной плоскости		*FB1(K2)*
CSCALE	Коэффициент масштабирования для нескольких осей		*PGAs/*
CSPLINE	Кубический сплайн	м	*PGAs/*
CT	Окружность с тангенциальным переходом	м	*PGs/* Круговая интерполяция с тангенциальным переходом (CT, X... Y... Z...) [Страница 225]
CTAB	Определить позицию ведомой оси на основе позиции ведущей оси из таблицы кривых		*PGAs/*
CTABDEF	Определение таблиц ВКЛ		*PGAs/*
CTABDEL	Удалить таблицу кривых		*PGAs/*
CTABEND	Определение таблиц ВЫКЛ		*PGAs/*
CTABEXISTS	Проверяет таблицу кривых с номером n		*PGAs/*
CTABFNO	Число еще возможных таблиц кривых в памяти		*PGAs/*
CTABFPOL	Число еще возможных полиномов в памяти		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
CTABFSEG	Число еще возможных сегментов кривых в памяти		*PGAs/*
CTABID	Выводит номер n-ной таблицы кривых		*PGAs/*
CTABINV	Определить позицию ведущей оси на основе позиции ведомой оси из таблицы кривых		*PGAs/*
CTABISLOCK	Возвращает состояние блокировки таблицы кривых с номером n		*PGAs/*
CTABLOCK	Удаление и перезапись, блокировать		*PGAs/*
CTABMEMTYP	Возвращает память, в которой создана таблица кривых с номером n.		*PGAs/*
CTABMPOL	Число макс. возможных полиномов в памяти		*PGAs/*
CTABMSEG	Число макс. возможных сегментов кривых в памяти		*PGAs/*
CTABNO	Число определенных таблиц кривых в SRAM или DRAM		*FB3(M3)*
CTABNOMEM	Число определенных таблиц кривых в SRAM или DRAM		*PGAs/*
CTABPERIOD	Возвращает периодичность таблицы кривых с номером n		*PGAs/*
CTABPOL	Число уже использованных полиномов в памяти		*PGAs/*
CTABPOLID	Число использованных таблицей кривых с номером n криволинейных полиномов		*PGAs/*
CTABSEG	Число уже использованных сегментов кривой в памяти		*PGAs/*
CTABSEGID	Число использованных таблицей кривых с номером n сегментов кривой		*PGAs/*
CTABSEV	Выводит конечное значение ведомой оси сегмента таблицы кривых		*PGAs/*
CTABSSV	Выводит стандартное значение ведомой оси сегмента таблицы кривых		*PGAs/*
CTABTEP	Выводит значение ведущей оси на конце таблицы кривых		*PGAs/*
CTABTEV	Выводит значение ведомой оси на конце таблицы кривых		*PGAs/*
CTABTMAX	Выводит макс. значение ведомой оси таблицы кривых		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
CTABTMIN	Выводит мин. значение ведомой оси таблицы кривых		*PGAs/*
CTABTSP	Выводит значение ведущей оси на начале таблицы кривых		*PGAs/*
CTABTSV	Выводит значение ведомой оси на начале таблицы кривых		*PGAs/*
CTABUNLOCK	Снятие блокировки удаления и перезаписи		*PGAs/*
CTOL	Допуск для функций компрессора, сглаживания ориентации и типов перешлифовки		*PGAs/*
CTRANS	Смещение нулевой точки для нескольких осей		*PGAs/*
CUT2D [3]	Коррекция инструмента 2D	м	*PGs/* Коррекция инструмента 2D (CUT2D, CUT2DF) [Страница 317]
CUT2DF	Коррекция инструмента 2D Коррекция инструмента действует относительно актуального фрейма (наклонная плоскость).	м	*PGs/* Коррекция инструмента 2D (CUT2D, CUT2DF) [Страница 317]
CUT3DC	Коррекция инструмента 3D, периферийное фрезерование	м	*PGAs/*
CUT3DCC	Коррекция инструмента 3D Периферийное фрезерование с плоскостями раздела	м	*PGAs/*
CUT3DCCD	Коррекция инструмента 3D Периферийное фрезерование с плоскостями раздела с дифф. инструментом	м	*PGAs/*
CUT3DF	Коррекция инструмента 3D Торцовое фрезерование	м	*PGAs/*
CUT3DFF	Коррекция инструмента 3D Торцовое фрезерование с постоянной ориентацией инструмента в зависимости от активного фрейма	м	*PGAs/*
CUT3DFS	Коррекция инструмента 3D Торцовое фрезерование с постоянной ориентацией инструмента независимо от активного фрейма	м	*PGAs/*
CUTCONOF [3]	Постоянная коррекция радиуса ВЫКЛ	м	*PGs/* Постоянная коррекция радиуса инструмента (CUTCONON, CUTCONOF) [Страница 320]
CUTCONON	Постоянная коррекция радиуса ВКЛ	м	*PGs/* Постоянная коррекция радиуса инструмента (CUTCONON, CUTCONOF) [Страница 320]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
CUTMOD	Включить функцию "Изменение данных коррекции для вращающихся инструментов"		*PGAs/*
CYCLE60	Технологический цикл: цикл гравирования		*PGAs/*
CYCLE61	Технологический цикл: плоское фрезерование		*PGAs/*
CYCLE62	Технологический цикл: вызов контура		*PGAs/*
CYCLE63	Технологический цикл: фрезерование контурного кармана		*PGAs/*
CYCLE64	Технологический цикл: предварительное сверление контурного кармана		*PGAs/*
CYCLE70	Технологический цикл: резьбофрезерование		*PGAs/*
CYCLE72	Технологический цикл: фрезерование траектории		*PGAs/*
CYCLE76	Технологический цикл: фрезерование прямоугольной цапфы		*PGAs/*
CYCLE77	Технологический цикл: фрезерование круговой цапфы		*PGAs/*
CYCLE78	Технологический цикл: сверлильное резьбофрезерование		*PGAs/*
CYCLE79	Технологический цикл: многогранник		*PGAs/*
CYCLE81	Технологический цикл: сверление, центрование		*PGAs/*
CYCLE82	Технологический цикл: сверление, зенкование		*PGAs/*
CYCLE83	Технологический цикл: глубокое сверление		*PGAs/*
CYCLE84	Технологический цикл: нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона		*PGAs/*
CYCLE85	Технологический цикл: развертывание		*PGAs/*
CYCLE86	Технологический цикл: растачивание		*PGAs/*
CYCLE92	Технологический цикл: отрез		*PGAs/*
CYCLE98	Технологический цикл: цепочка резьб		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
CYCLE99	Технологический цикл: нарезание резьбы резцом		*PGAs/*
CYCLE800	Технологический цикл: поворот		*PGAs/*
CYCLE801	Технологический цикл: решетка или рамка		*PGAs/*
CYCLE802	Технологический цикл: любые позиции		*PGAs/*
CYCLE832	Технологический цикл: High Speed Settings		*PGAs/*
CYCLE840	Технологический цикл: нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном		*PGAs/*
CYCLE899	Технологический цикл: фрезерование открытой канавки		*PGAs/*
CYCLE930	Технологический цикл: выточка		*PGAs/*
CYCLE940	Технологический цикл: формы канавки		*PGAs/*
CYCLE951	Технологический цикл: обработка резаньем		*PGAs/*
CYCLE952	Технологический цикл: прорезание контура		*PGAs/*
CYCLE_HSC	Технологический цикл: высокоскоростная обработка резаньем		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
D	Номер коррекции инструмента		*PGs/* Вызов коррекции инструмента (D) [Страница 79]
D0	При D0 коррекции для инструмента не действуют.		*PGs/* Вызов коррекции инструмента (D) [Страница 79]
DAC	Абсолютное покадровое спец. для оси программирование диаметра	п	*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DC	Абсолютное указание размеров для круговых осей, прямой подвод к позиции	п	*PGs/* Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN) [Страница 175]
DEF	Определение переменных		*PGAs/*
DEFINE	Кодовое слово для макроопределений		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
DEFAULT	Ветвь в ветвлении CASE		*PGAs/*
DELAYFSTON	Определить начало области задержки останова	м	*PGAs/*
DELAYFSTOF	Определить конец области задержки останова	м	*PGAs/*
DELDL	Удалить аддитивные коррекции		*PGAs/*
DELDTG	Стирание остатка пути		*PGAs/*
DELETE	Удалить указанный файл. Имя файла может быть указано с маршрутом и идентификатором файла.		*PGAs/*
DELTOOLENV	Удалить блоки данных для описания инструментального окружения		*FB1(W1)*
DIACYCOFA	Спец. для оси модальное программирование диаметра: ВЫКЛ в циклах	м	*FB1(P1)*
DIAM90	Программирование диаметра для G90, программирование радиуса для G91	м	*PGAs/* Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) [Страница 180]
DIAM90A	Спец. для оси модальное программирование диаметра для G90 и AC, программирование радиуса для G91 и IC	м	*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DIAMCHAN	Передача всех осей из MD функций осей в состояние канала программирования диаметра		*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DIAMCHANA	Передача состояния канала программирования диаметра		*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DIAMCYCOF	Спец. для канала программирование диаметра: ВЫКЛ в циклах	м	*FB1(P1)*
DIAMOF [3]	Программирование диаметра: ВЫКЛ Первичная установка см. Изготовитель станка	м	*PGs/* Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) [Страница 180]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
DIAMOFA	Спец. для оси модальное программирование диаметра: ВЫКЛ Первичная установка см. Изготовитель станка	м	*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DIAMON	Программирование диаметра: ВКЛ	м	*PGs/* Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) [Страница 180]
DIAMONA	Спец. для оси модальное программирование диаметра: ВКЛ Активация см. Изготовитель станка	м	*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DIC	Относительное покадровое спец. для оси программирование диаметра	п	*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
DILF	Путь обратного хода (длина)	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
DISABLE	Прерывание ВЫКЛ.		*PGAs/*
DISC	Выступ переходного круга коррекции радиуса инструмента	м	*PGs/* Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC) [Страница 294]
DISCL	Расстояние от конечной точки быстрого движения подачи до плоскости обработки		*PGs/* Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
DISPLOF	Подавление актуальной индикации кадра		*PGAs/*
DISPLON	Отменить подавление актуальной индикации кадра		*PGAs/*
DISPR	Рассогласование траектории Repos	п	*PGAs/*
DISR	Интервал Repos	п	*PGAs/*
DITE	Выход резьбы	м	*PGs/* Запрограммированный входной и выходной участок (DITS, DITE) [Страница 256]
DITS	Вход резьбы	м	*PGs/* Запрограммированный входной и выходной участок (DITS, DITE) [Страница 256]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
DIV	Целочисленное деление		*PGAs/*
DL	Выбрать зависящую от места аддитивную коррекцию инструмента (DL, суммарная отладочная коррекция)	м	*PGAs/*
DO	Кодовое слово для синхронного действия, запускает действие при выполненном условии		*PGAs/*
DRFOF	Выключение смещений маховичком (DRF)	м	*PGs/* Отключение наложенных движений (DRFOF, CORROF) [Страница 375]
DRIVE	Зависимое от скорости ускорение по траектории	м	*PGs/* Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) [Страница 408]
DRIVEA	Включение ломаной характеристики ускорения для запрограммированных осей		*PGs/* Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) [Страница 408]
DYNFINISH	Динамика для чистовой обработки точной	м	*PGs/* Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) [Страница 413]
DYNNORM	Обычная динамика	м	*PGs/* Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) [Страница 413]
DYNPOS	Динамика для режима позиционирования, нарезание внутренней резьбы	м	*PGs/* Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) [Страница 413]
DYNROUGH	Динамика для черновой обработки	м	*PGs/* Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) [Страница 413]
DYNSEMIFIN	Динамика для чистовой обработки	м	*PGs/* Активация спец. для технологии динамических значений (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) [Страница 413]
DZERO	Обозначает все номера D блока TO как недействительные		*PGAs/*
EAUTO	Определение последнего сегмента сплайна через последние 3 точки	м	*PGAs/*
EGDEF	Определение электронного редуктора		*PGAs/*
EGDEL	Удалить определение соединения для ведомой оси		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
EGOFC	Непрерывное выключение электронного редуктора		*PGAs/*
EGOFS	Непрерывное выключение электронного редуктора		*PGAs/*
EGON	Включение электронного редуктора		*PGAs/*
EGONSYN	Включение электронного редуктора		*PGAs/*
EGONSYNE	Включение электронного редуктора, с задаче режима пуска		*PGAs/*
ELSE	Ветвление программы, если условие IF не выполнено		*PGAs/*
ENABLE	Прерывание ВКЛ.		*PGAs/*
ENAT [3]	Натуральный криволинейный переход к следующему кадру перемещения	м	*PGAs/*
ENDFOR	Конечная строка цикла вычисления FOR		*PGAs/*
ENDIF	Конечная строка ветвления IF		*PGAs/*
ENDLABEL	Метка конца для повторений программы обработки детали через REPEAT		*PGAs/, FB1(K1)*
ENDLOOP	Конечная строка бесконечного программного цикла LOOP		*PGAs/*
ENDPROC	Конечная строка программы с начальной строкой PROC		
ENDWHILE	Конечная строка цикла WHILE		*PGAs/*
ESRR	Спараметрировать автономный отвода привода ESR в приводе		*PGAs/*
ESRS	Спараметрировать автономный останов привода ESR в приводе		*PGAs/*
ETAN	Тангенциальный криволинейный переход к следующему кадру перемещения на начале сплайна	м	*PGAs/*
EVERY	Выполнить синхронное действие при переходе условия с FALSE на TRUE		*PGAs/*
EX	Кодовое значение для присвоения значения при экспоненциальной форме записи		*PGAs/*
EXECSTRING	Передача переменной String с исполняемой строкой программы обработки детали		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
EXECTAB	Обработать элемент из таблицы движений		*PGAs/*
EXECUTE	Выполнение программы ВКЛ		*PGAs/*
EXP	Показательная функция ex		*PGAs/*
EXTCALL	Выполнить внешнюю подпрограмму		*PGAs/*
EXTCLOSE	Для записи закрыть открытое внешнее устройство/файл		*PGAs/*
EXTERN	Публикация подпрограммы с передачей параметров		*PGAs/*
EXTOPEN	Открыть внешнее устройство/файл для канала для записи		*PGAs/*
F	Значение подачи (вместе с G4 с F программируется и время ожидания)		*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
FA	Осевая подача	м	*PGs/* Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) [Страница 119]
FAD	Подача на ход для мягкого подвода и отвода		*PGs/* Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
FALSE	Логическая постоянная: неверно		*PGAs/*
FB	Покадровая подача		*PGs/* Покадровая подача (FB) [Страница 152]
FCTDEF	Определение функции полинома		*PGAs/*
FCUB	Подача изменяется по кубическому сплайну	м	*PGAs/*
FD	Подача по траектории для наложения маховичка	п	*PGs/* Подача с наложением маховичка (FD, FDA) [Страница 142]
FDA	Осевая подача для наложения маховичка	п	*PGs/* Подача с наложением маховичка (FD, FDA) [Страница 142]
FENDNORM	Задержка на углах ВЫКЛ.	м	*PGAs/*
FFWOF [3]	Предуправление ВЫКЛ	м	*PGs/* Движение с предуправлением (FFWON, FFWOF) [Страница 415]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
FFWON	Предуправление Вкл	м	*PGs/* Движение с предуправлением (FFWON, FFWOF) [Страница 415]
FGREF	Исходный радиус для круговых осей или коэффициенты соотношения траекторий для осей ориентации (векторная интерполяция)	м	*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
FGROUP	Определение оси(ей) с подачей по траектории		*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
FI	Параметры для доступа к данным фрейма: Точное смещение		*PGAs/*
FIFOCTRL	Управление буфером предварительной обработки	м	*PGAs/*
FILEDATE	Выводит дату последнего обращения по записи к файлу		*PGAs/*
FILEINFO	Выводит сумму FILEDATE, FILESIZE, FILESTAT и FILETIME		*PGAs/*
FILESIZE	Выводит актуальный размер файла		*PGAs/*
FILESTAT	Выводит состояние файла прав чтения, записи, исполнения, индикации, удаления (rwxsd)		*PGAs/*
FILETIME	Выводит время последнего обращения по записи к файлу		*PGAs/*
FINEA	Конец движения при достижении "Точного останова точного"	м	*PGAs/*
FL	Предельная скорость для синхронных осей	м	*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
FLIN	Подача изменяется линейно	м	*PGAs/*
FMA	Несколько осевых подач	м	*PGs/* Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) [Страница 149]
FNORM [3]	Обычная подача по DIN66025	м	*PGAs/*
FOCOF	Отключить движение с ограниченным моментом/силой	м	*PGAs/*
FOCON	Включить движение с ограниченным моментом/силой	м	*PGAs/*
FOR	Цикл вычисления с фиксированным числом проходов		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
FP	Фиксированная точка: номер фикс. точки, к которой осуществляется подвод	п	*PGs/* Движение к фиксированной точке (G75, G751) [Страница 398]
FPO	Запрограммированная через полином характеристика подачи		*PGAs/*
FPR	Обозначение круговой оси		*PGs/* Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) [Страница 134]
FPRAOF	Выключение окружной подачи		*PGs/* Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) [Страница 134]
FPRAON	Включение окружной подачи		*PGs/* Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) [Страница 134]
FRAME	Тип данных для определения систем координат		*PGAs/*
FRC	Подача для радиуса и фаски	п	*PGs/* Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271]
FRCM	Модальная подача для радиуса и фаски	м	*PGs/* Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271]
FROM	Операция выполняется, если условие выполнено один раз и пока активно синхронное действие		*PGAs/*
FTOC	Изменить точную коррекцию инструмента		*PGAs/*
FTOCOF [3]	Действующая Online точная коррекция инструмента ВЫКЛ	м	*PGAs/*
FTOCON	Действующая Online точная коррекция инструмента ВКЛ	м	*PGAs/*
FXS	Наезд на жесткий упор вкл	м	*PGs/* Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW) [Страница 403]
FXST	Граница момента для наезда на жесткий упор	м	*PGs/* Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW) [Страница 403]
FXSW	Окно контроля для наезда на жесткий упор		*PGs/* Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW) [Страница 403]
FZ	Подача на зуб	м	*PGs/* Подача на зуб (G95 FZ) [Страница 153]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G0	Линейная интерполяция с ускоренным ходом (движение ускоренного хода)	м	*PGs/* Движение ускоренным ходом (G0, RTLION, RTLIOF) [Страница 201]
G1 [3]	Линейная интерполяция с подачей	м	*PGs/* Линейная интерполяция (G1) [Страница 206]
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке	м	*PGs/* Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...) [Страница 209]
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки	м	*PGs/* Типы круговой интерполяции (G2/G3, ...) [Страница 209]
G4	Время ожидания, заранее определено по времени	п	*PGs/* Время ожидания (G4) [Страница 417]
G5	Шлифование с врезанием с угловой подачей	п	*PGAs/*
G7	Компенсационное движение при шлифовании с врезанием с угловой подачей	п	*PGAs/*
G9	Точный останов - уменьшение скорости	п	*PGs/* Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603) [Страница 325]
G17 [3]	Выбор рабочей плоскости X/Y	м	*PGs/* Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19) [Страница 165]
G18	Выбор рабочей плоскости Z/X	м	*PGs/* Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19) [Страница 165]
G19	Выбор рабочей плоскости Y/Z	м	*PGs/* Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19) [Страница 165]
G25	Нижнее ограничение рабочего поля	п	*PGs/* Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26) [Страница 108]
G26	Верхнее ограничение рабочего поля	п	*PGs/* Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26) [Страница 108]
G33	Резьбонарезание с постоянным шагом	м	*PGs/* Резьбонарезание с постоянным шагом (G33) [Страница 248]
G34	Резьбонарезание с линейной увеличивающимся шагом	м	*PGs/* Резьбонарезание с увеличивающимся или уменьшающимся шагом (G34, G35) [Страница 258]
G35	Резьбонарезание с линейной уменьшающимся шагом	м	*PGs/* Резьбонарезание с увеличивающимся или уменьшающимся шагом (G34, G35) [Страница 258]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G40 [3]	Коррекция радиуса инструмента ВЫКЛ.	м	*PGs/* Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN) [Страница 277]
G41	Коррекция радиуса инструмента слева от контура	м	*PGs/* Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN) [Страница 277]
G42	Коррекция радиуса инструмента справа от контура	м	*PGs/* Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN) [Страница 277]
G53	Подавление актуального смещения нулевой точки (покадрово)	п	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G54	1-ое устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G55	2. устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G56	3. устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G57	4. устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G58 (840D sl)	Осевое программируемое смещение нулевой точки абсолютное, грубое смещение	п	*PGs/* Осевое смещение нулевой точки (G58, G59) [Страница 347]
G58 (828D)	5. устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G59 (840D sl)	Осевое программируемое смещение нулевой точки аддитивное, точное смещение	п	*PGs/* Осевое смещение нулевой точки (G58, G59) [Страница 347]
G59 (828D)	6. устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs/* Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G60 [3]	Точный останов - уменьшение скорости	м	*PGs/* Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603) [Страница 325]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G62	Задержка на внутренних углах при активной коррекции радиуса инструмента (G41, G42)	м	*PGAs/*
G63	Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном	п	*PGs/* Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном (G63) [Страница 265]
G64	Режим управления траекторией	м	*PGs/* Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
G70	Дюймовое указание размеров для геометрических данных (длины)	м	*PGs/* Дюймовое или метрическое указание размеров (G70/G700, G71/G710) [Страница 177]
G71 [3]	Метрическое указание размеров для геометрических данных (длины)	м	*PGs/* Дюймовое или метрическое указание размеров (G70/G700, G71/G710) [Страница 177]
G74	Движение к точке реферирования	п	*PGs/* Реферирование (G74) [Страница 397]
G75	Движение к фиксированной точке	п	*PGs/* Движение к фиксированной точке (G75, G751) [Страница 398]
G90 [3]	Абсолютное указание размера	м/п	*PGs/* Указание абсолютного размера (G90, AC) [Страница 168]
G91	Указание составного размера	м/п	*PGs/* Указание составного размера (G91, IC) [Страница 171]
G93	Обратная по времени подача 1/мин	м	*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
G94 [3]	Линейная подача F в мм/мин или дюймов/мин и градусах/мин	м	*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
G95	Окружная подача F в мм/об или дюймов/оборот	м	*PGs/* Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) [Страница 109]
G96	Постоянная скорость резания (как у G95) ВКЛ.	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
G97	Постоянная скорость резания (как у G95) ВЫКЛ.	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
G110	Программирование полюса относительно последней запрограммированной заданной позиции	п	*PGs/* Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112) [Страница 195]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G111	Программирование полюса относительно нулевой точки актуальной системы координат детали	п	*PGs*/ Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112) [Страница 195]
G112	Программирование полюса относительно последнего действующего полюса	п	*PGs*/ Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112) [Страница 195]
G140 [3]	Направление подвода SAR установлено через G41/G42	м	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G141	Направление подвода SAR слева от контура	м	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G142	Направление подвода SAR справа от контура	м	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G143	Направление подвода SAR зависимое от касательных	м	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G147	Мягкий подвод по прямой	п	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G148	Мягкий отвод по прямой	п	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G153	Подавление актуальных фреймов включая базовый фрейм	п	*PGs*/ Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G247	Мягкий подвод по четверти круга	п	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G248	Мягкий отвод по четверти круга	п	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G290	Переключение на режим SINUMERIK ВКЛ.	м	*FBW*
G291	Переключение на режим ISO2/3 ВКЛ.	м	*FBW*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G331	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона, положительный шаг, правый ход	м	*PGs*/ Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона (G331, G332) [Страница 260]
G332	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона, отрицательный шаг, левый ход	м	*PGs*/ Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона (G331, G332) [Страница 260]
G340 [3]	Кадр подвода пространственный (по глубине и в плоскости одновременно (спираль))	м	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G341	Подача сначала в вертикальной оси (z), потом подвод в плоскости	м	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G347	Мягкий подвод по полукругу	п	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G348	Мягкий отвод по полукругу	п	*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
G450 [3]	Переходная окружность	м	*PGs*/ Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC) [Страница 294]
G451	Точка пересечения эквидистант	м	*PGs*/ Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC) [Страница 294]
G460 [3]	Включение контроля столкновения для кадра подвода и отвода	м	*PGs*/ Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462) [Страница 309]
G461	Вставка окружности в кадре КРИ	м	*PGs*/ Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462) [Страница 309]
G462	Вставка прямой в кадре КРИ	м	*PGs*/ Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462) [Страница 309]
G500 [3]	Отключение всех устанавливаемых фреймов, базовые фреймы активны	м	*PGs*/ Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]
G505 ... G599	5 ... 99. устанавливаемое смещение нулевой точки	м	*PGs*/ Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) [Страница 159]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G601 [3]	Смена кадра при точном останове точном	м	*PGs*/ Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603) [Страница 325]
G602	Смена кадра при точном останове грубом	м	*PGs*/ Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603) [Страница 325]
G603	Смена кадра при конце кадра IPO	м	*PGs*/ Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603) [Страница 325]
G621	Замедление на всех углах	м	*PGAs*/
G641	Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути (= программируемый интервал перешлифовки)	м	*PGs*/ Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
G642	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков	м	*PGs*/ Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
G643	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков (внутри кадра)	м	*PGs*/ Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
G644	Режим управления траекторией с перешлифовкой с макс. возможной динамикой	м	*PGs*/ Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
G645	Режим управления траекторией с перешлифовкой углов и тангенциальными переходами кадров с соблюдением определенных допусков	м	*PGs*/ Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) [Страница 328]
G700	Дюймовое указание размеров для геометрических и технологических данных (длины, подача)	м	*PGs*/ Дюймовое или метрическое указание размеров (G70/G700, G71/G710) [Страница 177]
G710 [3]	Метрическое указание размеров для геометрических и технологических данных (длины, подача)	м	*PGs*/ Дюймовое или метрическое указание размеров (G70/G700, G71/G710) [Страница 177]
G751	Подвод к фиксированной точке через промежуточную точку	п	PGsl Движение к фиксированной точке (G75, G751) [Страница 398]
G810 [3], ..., G819	Зарезервированная для пользователя OEM G-группа		*PGAs*/
G820 [3], ..., G829	Зарезервированная для пользователя OEM G-группа		*PGAs*/
G931	Задача подачи через время перемещения	м	

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
G942	Линейная подача и постоянная скорость резания или "замораживание" частоты вращения шпинделя	м	
G952	Окружная подача и постоянная скорость резания или "замораживание" частоты вращения шпинделя	м	
G961	Постоянная скорость резания и линейная подача	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
G962	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость резания	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
G971	"Замораживание" частоты вращения шпинделя и линейная подача	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
G972	Линейная подача или окружная подача и "замораживание" постоянной частоты вращения шпинделя	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
G973	Окружная подача без ограничения частоты вращения шпинделя	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
GEOAX	Согласовать с гео-осями 1 - 3 новые оси канала		*PGAs/*
GET	Переход разрешенной оси между каналами		*PGAs/*
GETACTT	Определяет активный инструмент из группы инструментов с одинаковым именем		*FBW*
GETACTTD	Определяет для абсолютного номера D соответствующий номер T		*PGAs/*
GETD	Прямой переход оси между каналами		*PGAs/*
GETDNO	Выводит номер D резца (CE) инструмента (T)		*PGAs/*
GETEXET	Чтение установленного номера T		*FBW*
GETFREELOC	Поиск свободного места в магазинах для данного инструмента		*FBW*
GETSELT	Вывести предварительно выбранный номер T		*FBW*
GETT	Определить номер T для имени инструмента		*FBW*
GETTCOR	Выгрузка длин инструмента или компонентов длин инструмента		*FB1(W1)*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
GETTENV	Чтение номеров T, D и DL		*FB1(W1)*
GOTO	Оператор перехода сначала вперед, потом назад (сначала в направлении конца программы, а после к началу программы)		*PGAs/*
GOTOB	Оператор перехода назад (в направлении начала программы)		*PGAs/*
GOTOC	Как GOTO, но подавление ошибки 14080 "Цель перехода не найдена"		*PGAs/*
GOTOF	Оператор перехода вперед (в направлении конца программы)		*PGAs/*
GOTOS	Возврат в начало программы		*PGAs/*
GP	Кодовое слово для косвенного программирования атрибутов позиции		*PGAs/*
GWPSOF	Отмена постоянной окружной скорости круга (SUG)	п	*PGs/* Постоянная окружная скорость круга (GWPSON, GWPSOF) [Страница 106]
GWPSON	Выбор постоянной окружной скорости круга (SUG)	п	*PGs/* Постоянная окружная скорость круга (GWPSON, GWPSOF) [Страница 106]
H...	Вывод вспомогательных функций на PLC		*PGs/FB1(H2)* Вывод вспомогательных функций [Страница 379]
HOLES1	Технологический цикл: ряд отверстий		*PGAs/*
HOLES2	Технологический цикл: окружность отверстий		*PGAs/*
I	Параметры интерполяции	п	*PGs/* Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) [Страница 212]
I1	Координата промежуточной точки	п	*PGs/* Круговая интерполяция с апертурным углом и центром (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) [Страница 218]
IC	Ввод составного размера	п	*PGs/* Указание составного размера (G91, IC) [Страница 171]
ICYCOF	Выполнить все кадры технологического цикла после ICYCOF в одном такте IPO		*PGAs/*
ICYCON	Выполнить каждый кадр технологического цикла после ICYCON в отдельном такте IPO		*PGAs/*
ID	Обозначение для модальных синхронных действий	м	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
IDS	Обозначение для модальных статических синхронных действий		*PGAs/*
IF	Ввод условного перехода в программе обработки детали / технологическом цикле		*PGAs/*
INDEX	Определить индекс символа во входной строке		*PGAs/*
INIPO	Инициализация переменных при PowerOn		*PGAs/*
INIRE	Инициализация переменных при Reset		*PGAs/*
INICF	Инициализация переменных при NewConfig		*PGAs/*
INIT	Выбор определенной программы ЧПУ для выполнения в определенном канале		*PGAs/*
INITIAL	Создание файла INI по всем областям		*PGAs/*
INT	Тип данных: целочисленное значение со знаком		*PGAs/*
INTERSEC	Вычислить точку пересечения между двумя элементами контура		*PGAs/*
INVCCW	Движение по эвольвенте, против часовой стрелки	м	*PGs/* Эвольвентная интерполяция (INVCW, INVCCW) [Страница 232]
INVCW	Движение по эвольвенте, по часовой стрелке	м	*PGs/* Эвольвентная интерполяция (INVCW, INVCCW) [Страница 232]
INVFRAME	Вычислить из фрейма инверсный фрейм		*FB1(K2)*
IP	Переменный параметр интерполяции		*PGAs/*
IPOBRKA	Критерий движения от точки применения рампы торможения	м	*PGAs/*
IPOENDA	Конец движения при достижении "IPO-Stop"	м	*PGAs/*
IPTRLOCK	"Заморозить" начало непригодного для поиска сегмента программы на следующем кадре функций станка.	м	*PGAs/*
IPTRUNLOCK	Установить конец непригодного для поиска сегмента программы на актуальный на момент прерывания кадр.	м	*PGAs/*
ISAXIS	Проверить, указанная как параметр гео-ось это 1		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
ISD	Глубина врезания	м	*PGAs/*
ISFILE	Проверить, имеется ли файл в прикладной памяти NCK		*PGAs/*
ISNUMBER	Проверить, может ли входная строка быть преобразована в число		*PGAs/*
ISOCALL	Косвенный вызов запрограммированной на языке ISO программы		*PGAs/*
ISVAR	Проверить, содержит ли передаваемый параметр известную в ЧПУ переменную		*PGAs/*
J	Параметры интерполяции	п	*PGs/* Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) [Страница 212]
J1	Координата промежуточной точки	п	*PGs/* Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) [Страница 222]
JERKA	Активировать установленные через MD параметры ускорения для запрограммированных осей		
JERKLIM	Уменьшение или увеличение макс. осевого рывка	м	*PGAs/*
JERKLIMA	Уменьшение или увеличение макс. осевого рывка	м	*PGs/* Управление ускорением для ведомых осей (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) [Страница 411]
K	Параметры интерполяции	п	*PGs/* Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) [Страница 212]
K1	Координата промежуточной точки	п	*PGs/* Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) [Страница 222]
KONT	Обход контура при коррекции инструмента	м	*PGs/* Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) [Страница 287]
KONTC	Подвод/отвод с полиномом с постоянным изгибом	м	*PGs/* Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) [Страница 287]
KONTT	Подвод/отвод с полиномом с постоянным касанием	м	*PGs/* Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) [Страница 287]
L	Номер подпрограммы	п	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
LEAD	Угол предварения 1. Ориентация инструмента 2. Полином ориентации	м	*PGAs/*
LEADOF	Соединение по главному значению ВЫКЛ		*PGAs/*
LEADON	Соединение по главному значению ВКЛ		*PGAs/*
LENTOAX	Выводит информацию по согласованию длин инструмента L1, L2 и L3 активного инструмента с абсциссой, ординатой и аппликатой		*FB1(W1)*
LFOF [3]	Быстрый обратный ход для резьбонарезания ВЫКЛ	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
LFON	Быстрый обратный ход для резьбонарезания ВКЛ	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
LFPOS	Обратный ход обозначенной с POLFMASK или POLFMLIN оси на запрограммированную с POLF абсолютную позицию оси	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
LFTXT	Плоскость движения обратного хода при быстром отводе определяется из касательной к траектории и актуального направления инструмента	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
LFWP	Плоскость движения обратного хода при быстром отводе определяется через актуальную рабочую плоскость (G17/G18/G19)	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
LIFTFAST	Быстрый отвод		*PGs/*
LIMS	Ограничение частоты вращения при G96/G961 и G97	м	*PGs/* Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
LLI	Нижнее предельное значение переменной		*PGAs/*
LN	Натуральный логарифм		*PGAs/*
LOCK	Заблокировать синхронное действие с ID (остановить технологический цикл)		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
LONGHOLE	Технологический цикл: продольное отверстие		*PGAs/*
LOOP	Начало бесконечного цикла		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
M0	Запрограммированная остановка		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M1	Остановка по выбору		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M2	Окончание главной программы с возвратом к началу программы		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M3	Правое направление вращения шпинделя		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M4	Левое направление вращения шпинделя		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M5	Остановка шпинделя		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M6	Смена инструмента		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M17	Конец подпрограммы		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M19	Позиционирование шпинделя на введенную в SD43240 позицию		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M30	Конец программы, как M2		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M40	Автоматическое переключение редуктора		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M41 ... M45	Ступень редуктора 1 ... 5		*PGs/* Функции M [Страница 383]
M70	Переход в осевой режим		*PGs/* Функции M [Страница 383]
MASLDEF	Определить структуру осей Master/ Slave		*PGAs/*
MASLDEL	Разъединить структуру осей Master/ Slave и удалить определение структуры		*PGAs/*
MASLOF	Отключение временного соединения		*PGAs/*
MASLOFS	Отключение временного соединения с автоматическим остановом оси Slave		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
MASLON	Включение временного соединения		*PGAs/*
MATCH	Поиск строки в строке		*PGAs/*
MAXVAL	Большее значение двух переменных (арифм. функция)		*PGAs/*
MCALL	Модальный вызов подпрограммы		*PGAs/*
MEAC	Непрерывное измерение без стирания остатка пути	п	*PGAs/*
MEAFRAME	Вычисление фрейма из точек измерения		*PGAs/*
MEAS	Измерение с контактным щупом	п	*PGAs/*
MEASA	Измерение со стиранием остатка пути	п	*PGAs/*
MEASURE	Метод вычислений для измерения детали и инструмента		*FB2(M5)*
MEAW	Измерение контактным щупом без стирания остатка пути	п	*PGAs/*
MEAWA	Измерение без стирания остатка пути	п	*PGAs/*
MI	Доступ к данным фрейма: Отражение		*PGAs/*
MINDEX	Определить индекс символа во входной строке		*PGAs/*
MINVAL	Меньшее значение двух переменных (арифм. функция)		*PGAs/*
MIRROR	Программируемое отражение	п	*PGAs/* Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR) [Страница 365]
MMC	Интерактивный вызов диалоговых окон на HMI из программы обработки детали		*PGAs/*
MOD	Выделение дробной части		*PGAs/*
MODAXVAL	Определить позицию модуло круговой оси модуло		*PGAs/*
MOV	Запустить позиционирующую ось		*PGAs/*
MSG	Программируемые сообщения	м	*PGs/* Сообщения (MSG) [Страница 387]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
MVTOOL	Языковая команда для движения инструмента		*FBW*
N	Номер вспомогательного кадра ЧПУ		*PGs*/ Правила для кадра [Страница 37]
NCK	Спецификация сферы действия данных		*PGAs*/
NEWCONF	Применить измененные машинные данные (соответствует "Активировать машинные данные")		*PGAs*/
NEWT	Создать новый инструмент		*PGAs*/
NORM [3]	Обычная установка в начальной, конечной точке при коррекции инструмента	м	*PGs*/ Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) [Страница 287]
NOT	Логическая НЕ (отрицание)		*PGAs*/
NPROT	Специфическая для канала защищенная область ВКЛ/ВЫКЛ		*PGAs*/
NPROTDEF	Определение специфической для станка защищенной области		*PGAs*/
NUMBER	Преобразовать входную строку в число		*PGAs*/
OEMIPO1	Интерполяция OEM 1	м	*PGAs*/
OEMIPO2	Интерполяция OEM 2	м	*PGAs*/
OF	Кодовое слово в ветвлении CASE		*PGAs*/
OFFN	Припуск к запрограммированному контуру	м	*PGs*/ Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN) [Страница 277]
OMA1	Адрес OEM 1	м	
OMA2	Адрес OEM 2	м	
OMA3	Адрес OEM 3	м	
OMA4	Адрес OEM 4	м	
OMA5	Адрес OEM 5	м	
OR	Логический оператор, операция ИЛИ		*PGAs*/
ORIAXES	Линейная интерполяция осей станка или осей ориентации	м	*PGAs*/

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
ORIAXPOS	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации с позициями круговых осей	м	
ORIC [3]	Изменения ориентации на наружных углах накладываются на вставляемый круговой кадр	м	*PGAsl*
ORICONCCW	Интерполяция на боковой поверхности окружности против часовой стрелки	м	*PGAsl/FB3(F3)*
ORICONCW	Интерполяция на боковой поверхности окружности по часовой стрелке	м	*PGAsl/FB3(F4)*
ORICONIO	Интерполяция на боковой поверхности окружности с указанием промежуточной ориентации	м	*PGAsl/FB3(F4)*
ORICONTO	Интерполяция на боковой поверхности окружности в тангенциальном переходе (указание конечной ориентации)	м	*PGAsl/FB3(F5)*
ORICURVE	Интерполяция ориентации с задачей движения двух контактных точек инструмента	м	*PGAsl/FB3(F6)*
ORID	Изменения ориентации выполняются перед круговым кадром	м	*PGAsl*
ORIEULER	Угол ориентации через эйлеров угол	м	*PGAsl*
ORIMKS	Ориентация инструмента в системе координат станка	м	*PGAsl*
ORIPATH	Ориентация инструмента относительно траектории	м	*PGAsl*
ORIPATHS	Ориентация инструмента относительно траектории, изгиб в характеристике ориентации сглаживается	м	*PGAsl*
ORIPLANE	Интерполяция в плоскости (соответствует ORIVECT) Большая круговая интерполяция	м	*PGAsl*
ORIRESET	Первичная установка ориентации инструмента с макс. 3 осями ориентации		*PGAsl*
ORIROTA	Угол поворота к заданному абсолютно направлению вращения	м	*PGAsl*
ORIROTC	Тангенциальный вектор вращения к касательной к траектории	м	*PGAsl*
ORIROTR	Угол поворота относительно плоскости между стартовой и конечной ориентацией	м	*PGAsl*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
ORIROTT	Угол поворота относительно изменения вектора ориентации	м	*PGAs/*
ORIRPY	Угол ориентации через угол RPY (XYZ)	м	*PGAs/*
ORIRPY2	Угол ориентации через угол RPY (ZYX)	м	*PGAs/*
ORIS	Изменение ориентации	м	*PGAs/*
ORISOF [3]	Сглаживание характеристики ориентации ВЫКЛ	м	*PGAs/*
ORISON	Сглаживание характеристики ориентации ВКЛ	м	*PGAs/*
ORIVECT	Большая круговая интерполяция (идентично ORIPLANE)	м	*PGAs/*
ORIVIRT1	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 1)	м	*PGAs/*
ORIVIRT2	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 1)	м	*PGAs/*
ORIWKS [3]	Ориентация инструмента в системе координат детали	м	*PGAs/*
OS	Вкл/выкл качания		*PGAs/*
OSB	Качание: Стартовая точка	м	*FB2(P5)*
OSC	Постоянное сглаживание ориентации инструмента	м	*PGAs/*
OSCILL	Axis: 1 - 3 оси подачи	м	*PGAs/*
OSCTRL	Опции качания	м	*PGAs/*
OSD	Перешлифовка ориентации инструмента через задачу длины перешлифовки с SD	м	*PGAs/*
OSE	Конечная точка качания	м	*PGAs/*
OSNSC	Качание: Количество выхаживаний	м	*PGAs/*
OSOF [3]	Сглаживание ориентации инструмента ВЫКЛ	м	*PGAs/*
OSP1	Качание: левая точка возврата	м	*PGAs/*
OSP2	Правая точка возврата качания	м	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
OSS	Сглаживание ориентации инструмента на конце кадра	м	*PGAs/*
OSSE	Сглаживание ориентации инструмента на начале кадра и на конце кадра	м	*PGAs/*
OST	Перешлифовка ориентации инструмента через задачу углового допуска в градусах с SD (макс. отклонение от запрограмм. характеристики ориентации)	м	*PGAs/*
OST1	Качание: точка останова в левой точке возврата	м	*PGAs/*
OST2	Качание: точка останова в правой точке возврата	м	*PGAs/*
OTOL	Допуск ориентации для функций компрессора, сглаживания ориентации и типов перешлифовки		*PGAs/*
OVR	Коррекция частоты вращения	м	*PGAs/* Программируемая коррекция подачи (OVR, OVRRAP, OVRA) [Страница 138]
OVRA	Осевая коррекция частоты вращения	м	*PGAs/* Программируемая коррекция подачи (OVR, OVRRAP, OVRA) [Страница 138]
OVRRAP	Коррекция ускоренного хода	м	*PGAs/* Программируемая коррекция подачи (OVR, OVRRAP, OVRA) [Страница 138]
P	Количество проходов подпрограммы		*PGAs/*
PAROT	Точная установка системы координат детали на детали	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
PAROTOF	Отключить относящееся к детали вращение фрейма	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
PCALL	Вызвать подпрограммы с абсолютным указанием пути и передачей параметров		*PGAs/*
PDELAYOF	Задержка при штамповке ВЫКЛ	м	*PGAs/*
PDELAYON [3]	Задержка при штамповке ВКЛ	м	*PGAs/*
PHU	Физическая единица переменной		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
PL	1. B-сплайн: расстояние между узловыми точками 2. Полиномиальная интерполяция: длина интервала параметров при полиномиальной интерполяции	п	*PGAs/* 1. 2.
PM	В минуту		*PGs/* Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
PO	Коэффициент полинома при полиномиальной интерполяции	п	*PGAs/*
POCKET3	Технологический цикл: фрезерование прямоугольного кармана		*PGAs/*
POCKET4	Технологический цикл: фрезерование кругового кармана		*PGAs/*
POLF	Переходная позиция LIFTFAST	м	*PGs/PGAs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
POLFA	Запустить переходную позицию отдельных осей с $AA_ESR_TRIGGER	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
POLFMASK	Разрешить оси для обратного хода без связи между осями	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
POLFMLIN	Разрешить оси для обратного хода с линейной связью между осями	м	*PGs/* Быстрый обратный ход для резьбонарезания (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) [Страница 267]
POLY	Полиномиальная интерполяция	м	*PGAs/*
POLYPATH	Полиномиальная интерполяция с возможностью выбора для групп осей AXIS или VECT	м	*PGAs/*
PON	Штамповка ВКЛ	м	*PGAs/*
PONS	Штамповка ВКЛ в такте IPO	м	*PGAs/*
POS	Позиционировать ось		*PGs/* Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) [Страница 119]
POSA	Позиционировать ось за границу кадра		*PGs/* Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) [Страница 119]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
POSM	Позиционирование магазина		*FBW*
POSP	Посегментное позиционирование (качание)		*PGs*/ Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) [Страница 119]
POSRANGE	Определить, находится ли актуальная интерполированная заданная позиция оси в окне вокруг заданной контрольной позиции		*PGAs*/
POT	Квадрат (арифметическая функция)		*PGAs*/
PR	На оборот		*PGs*/ Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) [Страница 298]
PREPRO	Обозначить подпрограммы с подготовкой		*PGAs*/
PRESETON	Установка фактического значения для запрограммированных осей		*PGAs*/
PRIO	Кодовое слово для установки приоритета при обработке прерываний		*PGAs*/
PROC	Первый оператор программы		*PGAs*/
PTP	Позиционное движение	м	*PGAs*/
PTPG0	Позиционное движение только для G0, в остальных случаях CP	м	*PGAs*/
PUNCHACC	Зависящее от пути ускорение при вырубке		*PGAs*/
PUTFTOC	Точная коррекция инструмента для параллельной правки		*PGAs*/
PUTFTOCF	Точная коррекция инструмента в зависимости от установленной с FCTDEF функции для параллельной правки		*PGAs*/
PW	B-сплайн, вес точки	п	*PGAs*/
QECLRNOF	Обучения компенсации квадрантных ошибок ВЫКЛ		*PGAs*/
QECLRNON	Обучения компенсации квадрантных ошибок ВКЛ		*PGAs*/
QU	Быстрый вывод дополнительной (вспомогательной) функции		*PGs*/ Вывод вспомогательных функций [Страница 379]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
R...	R-параметр и как устанавливаемый идентификатор адреса и с числовым расширением		*PGAs/*
RAC	Абсолютное покадровое спец. для оси программирование радиуса	п	*PGs/* Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) [Страница 183]
RDISABLE	Блокировка загрузки		*PGAs/*
READ	Считывает в указанном файле одну или несколько строк и сохраняет считанную информацию в поле		*PGAs/*
REAL	Тип данных: Переменная с плавающей запятой со знаком (вещественные числа)		*PGAs/*
REDEF	Установка для машинных данных, языковых элементов ЧПУ и системных переменных, в каких группах пользователей они будут индицированы		*PGAs/*
RELEASE	Разрешить оси станка для перехода оси		*PGAs/*
REP	Кодовое слово для инициализации всех элементов поля с одним и тем же значением		*PGAs/*
REPEAT	Повторение программного цикла		*PGAs/*
REPEATB	Повторение программной строки		*PGAs/*
REPOSA	Повторный подвод к контуру линейный всеми осями	п	*PGAs/*
REPOSH	Повторный подвод к контуру по полукругу	п	*PGAs/*
REPOSHA	Повторный подвод к контуру всеми осями; геометрические оси по полукругу	п	*PGAs/*
REPOSL	Повторный подвод к контуру линейный	п	*PGAs/*
REPOSQ	Повторный подвод к контуру по четверти круга	п	*PGAs/*
REPOSQA	Повторный подвод к контуру линейно всеми осями; геометрические оси по четверти круга	п	*PGAs/*
RESET	Сбросить технологический цикл		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
RESETMON	Языковая команда для активации заданного значения		*FBW*
RET	Конец подпрограммы		*PGAs/*
RIC	Относительное покадровое спец. для оси программирование радиуса	п	*PGs/*
RINDEX	Определить индекс символа во входной строке		*PGAs/*
RMB	Повторный подвод к начальной точке кадра	м	*PGAs/*
RME	Повторный подвод к конечной точке кадра	м	*PGAs/*
RMI [3]	Повторный подвод к точке прерывания	м	*PGAs/*
RMN	Повторный подвод к следующей точке траектории	м	*PGAs/*
RND	Закругление угла контура	п	*PGs/* Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271]
RNDM	Модальное закругление	м	*PGs/* Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) [Страница 271]
ROT	Программируемое вращение	п	*PGs/* Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL) [Страница 350]
ROTS	Программируемые вращения фрейма с пространственными углами	п	*PGs/* Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS) [Страница 360]
ROUND	Округление мест после запятой		*PGAs/*
ROUNDUP	Округление входного значения в сторону увеличения		*PGAs/*
RP	Полярный радиус	м/п	*PGs/* Команды движения с полярными координатами (G0, G1, G2, G3, AP, RP) [Страница 197]
RPL	Вращение в плоскости	п	*PGs/* Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS) [Страница 360]
RT	Параметры для доступа к данным фрейма: Вращение		*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
RTLIOF	G0 без линейной интерполяции (интерполяция отдельной оси)	м	*PGs*/ Движение ускоренным ходом (G0, RTLION, RTLIOF) [Страница 201]
RTLION	G0 с линейной интерполяцией	м	*PGs*/ Движение ускоренным ходом (G0, RTLION, RTLIOF) [Страница 201]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
S	Частота вращения шпинделя (для G4, G96/G961 другое значение)	м/п	*PGs*/ Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5) [Страница 89]
SAVE	Атрибут для сохранения информации при вызовах подпрограмм		*PGAs*/
SBLOF	Подавление отдельного кадра		*PGAs*/
SBLON	Отменить подавление отдельного кадра		*PGAs*/
SC	Параметры для доступа к данным фрейма: Масштабирование		*PGAs*/
SCALE	Программируемое масштабирование	п	*PGs*/ Программируемый коэффициент масштабирования (SCALE, ASCALE) [Страница 362]
SCC	Выборочное согласование поперечной оси с G96/G961/G962. Идентификаторами оси могут быть гео-ось, ось канала или ось станка.		*PGs*/ Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) [Страница 100]
SCPARA	Программирование блока параметров Servo		*PGAs*/
SD	Порядок сплайна	п	*PGAs*/
SEFORM	Структурирующий оператор в Stepeditor, чтобы создать из него шаговое представление для HMI Advanced		*PGAs*/
SET	Кодовое слово для инициализации всех элементов поля с перечисленными значениями		*PGAs*/
SETAL	Установить ошибку		*PGAs*/
SETDNO	Согласовать номер D резца (CE) инструмента (T)		*PGAs*/
SETINT	Определение, какой обработчик прерываний должен быть активирован, если вход NCK готов		*PGAs*/

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
SETM	Установка маркеров в собственном канале		PGAsl
SETMS	Переключение на установленный в машинных данных мастер-шпиндель		Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5) [Страница 89]
SETMS(n)	Шпиндель n должен считаться мастер-шпинделем		*PGsl* Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5) [Страница 89]
SETMTH	Установить номер мастер-зажима инструмента		*FBW*
SETPIECE	Учитывать количество штук для всех инструментов, которые согласованы со шпинделем.		*FBW*
SETTA	Активация инструмента из структуры износа		*FBW*
SETTCOR	Изменение компонентов инструмента с учетом всех граничных условий		*FB1(W1)*
SETTIA	Деактивация инструмента из структуры износа		*FBW*
SF	Смещение стартовой точки для резьбонарезания	м	*PGsl* Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF) [Страница 248]
SIN	Синус (тригонометрическая функция)		*PGAsl*
SIRELAY	Активировать спараметрированные со SIRELIN, SIRELOUT и SIRELTIME функции безопасности		*FBSlsl*
SIRELIN	Инициализировать входные величины функционального блока		*FBSlsl*
SIRELOUT	Инициализировать выходные величины функционального блока		*FBSlsl*
SIRELTIME	Инициализировать таймер функционального блока		*FBSlsl*
SLOT1	Технологический цикл: продольный паз		*PGAsl*
SLOT2	Технологический цикл: кольцевая канавка		*PGAsl*
SOFT	Ускорение по траектории с ограничением рывка	м	*PGsl* Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) [Страница 408]
SOFTA	Включение осевого ускорения с ограничением рывка для запрограммированных осей		*PGsl* Режим ускорения (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) [Страница 408]
SON	Вырубка ВКЛ	м	*PGAsl*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
SONS	Вырубка ВКЛ в такте IPO	м	*PGAs/*
SPATH [3]	Соотношение траекторий для осей FGROUP это длина дуги	м	*PGAs/*
SPCOF	Переключение мастер-шпинделя или шпинделя(ей) из режима управления по положению в режим управления по частоте вращения	м	*PGs/* Режим ориентации шпинделя (SPCON, SPCOF) [Страница 123]
SPCON	Переключение мастер-шпинделя или шпинделя(ей) из режима управления по частоте вращения в режим управления по положению	м	*PGAs/* Режим ориентации шпинделя (SPCON, SPCOF) [Страница 123]
SPI	Конвертирует номер шпинделя в идентификатор оси		*PGAs/*
SPIF1 [3]	Быстрые входы/выходы NCK для штамповки/вырубки Байт 1	м	*FB2(N4)*
SPIF2	Быстрые входы/выходы NCK для штамповки/вырубки Байт 2	м	*FB2(N4)*
SPLINEPATH	Определение соединения сплайнов		*PGAs/*
SPN	Кол-во участков пути на кадр	п	*PGAs/*
SPOF [3]	Ход ВЫКЛ, штамповка, вырубка ВЫКЛ	м	*PGAs/*
SPOS	Позиция шпинделя	м	*PGs/* Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) [Страница 124]
SPOSA	Позиция шпинделя за границы кадра	м	*PGs/* Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) [Страница 124]
SPP	Длина участка пути	м	*PGAs/*
SPRINT	Возвращает отформатированную входную строку		*PGAs/*
SQRT	Квадратный корень (арифметическая функция) (square root)		*PGAs/*
SR	Путь обратного хода качания для синхронного действия	п	*PGs/* Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) [Страница 149]
SRA	Путь обратного хода качания при внешнем входе осевом для синхронного действия	м	*PGs/* Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) [Страница 149]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
ST	Время выхаживания качания для синхронного действия	п	*PGs*/ Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) [Страница 149]
STA	Время выхаживания качания осевого для синхронного действия	м	*PGs*/ Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) [Страница 149]
START	Запуск выбранных программ в нескольких каналах одновременно из текущей программы		*PGAs*/
STARTFIFO [3]	Выполнение; параллельное заполнение буфера предварительной обработки	м	*PGAs*/
STAT	Положение шарниров	п	*PGAs*/
STOLF	Коэффициент допуска G0	м	*PGAs*/
STOPFIFO	Остановка обработки; заполнение буфера предварительной обработки, до распознания STARTFIFO, пока буфер предварительной обработки не будет заполнен или до конца программы	м	*PGAs*/
STOPRE	Остановка предварительной обработки до выполнения всех подготовленных кадров главного хода		*PGAs*/
STOPREOF	Отменить остановку предварительной обработки		*PGAs*/
STRING	Тип данных: строка символов		*PGAs*/
STRINGFELD	Выбор одиночного символа из запрогр. строкового поля		*PGAs*/
STRINGIS	Проверяет имеющуюся языковую среду ЧПУ и специально относящиеся к этой команде имена циклов ЧПУ, переменные пользователя, макросы и имена меток, существуют ли они, определены ли они или активны.		*PGAs*/
STRINGVAR	Выбор одиночного символа из запрогр. String		*PGAs*/
STRLEN	Определить длину строки		*PGAs*/
SUBSTR	Определить индекс символа во входной строке		*PGAs*/

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
SUPA	Подавление актуального смещения нулевой точки, вкл. запрограммированные смещения, системные фреймы, смещения маховичком (DRF), внешнее смещение нулевой точки и наложенное движение	п	*PGs*/ Отключение фрейма (G53, G153, SUPA, G500) [Страница 374]
SVC	Скорость резания инструмента	м	*PGs*/ Скорость резания (SVC) [Страница 93]
SYNFCT	Обработка полинома в зависимости от условия в синхронном действии движения		*PGAs*/
SYNR	Чтение переменной выполняется синхронного, т.е. на момент времени выполнения		*PGAs*/
SYNRW	Чтение и запись переменной выполняется синхронного, т.е. на момент времени выполнения		*PGAs*/
SYNW	Запись переменной выполняется синхронного, т.е. на момент времени выполнения		*PGAs*/
T	Вызвать инструмент (смена только если установлено в машинных данных; в ином случае необходима команда M6)		*PGs*/ Смена инструмента с командой T [Страница 56]
TAN	Тангенс (тригонометрическая функция)		*PGAs*/
TANG	Определение структуры осей тангенциального слежения		*PGAs*/
TANGDEL	Удаление определения структуры осей тангенциального слежения		*PGAs*/
TANGOF	Тангенциальное слежение ВЫКЛ		*PGAs*/
TANGON	Тангенциальное слежение ВКЛ		*PGAs*/
TCA (828D: _TCA)	Выбор инструмента / смена инструмента независимо от состояния инструмента		*FBW*
TCARR	Запросить инструментальный суппорт (номер “m”)		*PGAs*/
TCI	Поместить инструмент из буфера в магазин		*FBW*
TCOABS [3]	Определение компонентов длин инструмента из актуальной ориентации инструмента	м	*PGAs*/
TCOFR	Определить компоненты длин инструмента из ориентации активного фрейма	м	*PGAs*/

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
TCOFRX	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении X	м	*PGAs/*
TCOFRY	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Y	м	*PGAs/*
TCOFRZ	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Z	м	*PGAs/*
THETA	Угол поворота	п	*PGAs/*
TILT	Боковой угол	м	*PGAs/*
TLIFT	При тангенциальном управлении вставить промежуточный кадр на углах контура		*PGAs/*
TMOF	Отменить контроль инструмента		*PGAs/*
TMON	Выбрать контроль инструмента		*PGAs/*
TO	Обозначает конечное значение в цикле вычисления FOR		*PGAs/*
TOFF	Смещение длин инструмента в направлении компонента длин инструмента, действующего параллельно указанной в индексе гео-оси.	м	*PGs/* Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR) [Страница 83]
TOFFL	Смещение длин инструмента в направлении компонента длин инструмента L1, L2 или L3	м	*PGs/* Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR) [Страница 83]
TOFFOF	Сбросить коррекцию длин инструмента Online		*PGAs/*
TOFFON	Активировать коррекцию длин инструмента Online		*PGAs/*
TOFFR	Смещение радиуса инструмента	м	*PGs/* Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR) [Страница 83]
TOFRAME	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOFRAMEX	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
TOFRAMEY	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOFRAMEZ	как TOFRAME	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOLOWER	Преобразовать буквы строки в строчные буквы		*PGAs/*
TOOLENV	Сохранить все состояния, важные для нормирования находящихся в памяти параметров инструмента		*FB1(W1)*
TOROT	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOROTOF	Вращение фрейма в направлении инструмента ВЫКЛ	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOROTX	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOROTY	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOROTZ	как TOROT	м	*PGs/* Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT) [Страница 370]
TOUPPER	Преобразовать буквы строки в прописные буквы		*PGAs/*
TOWBCS	Значения износа в базовой кинематической системе (BKS)	м	*PGAs/*
TOWKCS	Значения износа в системе координат инструментальной головки при кинематической трансформации (отличается от MCS вращением инструмента)	м	*PGAs/*
TOWMCS	Значения износа в системе координат станка (MCS)	м	*PGAs/*
TOWSTD	Значение по умолчанию для коррекции по длине инструмента	м	*PGAs/*
TOWTCS	Значения износа в системе координат инструмента (исходная точка инструментального суппорта T на зажиме инструмента)	м	*PGAs/*
TOWWCS	Значения износа в системе координат детали (WCS)	м	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
TR	Компонент смещения фрейм-переменной		*PGAs/*
TRAANG	Трансформация наклонной оси		*PGAs/*
TRACON	Каскадированная трансформация		*PGAs/*
TRACYL	Цилиндр: трансформация боковой поверхности		*PGAs/*
TRAFOOF	Отключить активные в канале трансформации		*PGAs/*
TRAILOF	Осевая синхронная буксировка ВЫКЛ		*PGAs/*
TRAILON	Осевая синхронная буксировка ВКЛ		*PGAs/*
TRANS	Программируемое смещение	п	*PGs/* Смещение нулевой точки (TRANS, ATRANS) [Страница 343]
TRANSMIT	Полярная трансформация (обработка торцовых поверхностей)		*PGAs/*
TRAORI	4-, 5-осевая трансформация, базовая трансформация		*PGAs/*
TRUE	Логическая постоянная: истинно		*PGAs/*
TRUNC	Обрезание мест после запятой		*PGAs/*
TU	Осевой угол	п	*PGAs/*
TURN	Число витков для спиральной линии	п	*PGs/* Винтовая интерполяция (G2/G3, TURN) [Страница 229]
ULI	Верхнее предельное значение переменной		*PGAs/*
UNLOCK	Разрешить синхронное действие с ID (продолжить технологический цикл)		*PGAs/*
UNTIL	Условие для завершения цикла REPEAT		*PGAs/*
UPATH	Соотношение траекторий для осей FGROUP это параметр кривой	м	*PGAs/*
VAR	Кодовое слово: тип передачи параметров		*PGAs/*
VELOLIM	Уменьшение макс. осевой скорости	м	*PGAs/*

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
VELOLIMA	Уменьшение или увеличение макс. осевой скорости ведомой оси	м	*PGs*/ Управление ускорением для ведомых осей (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) [Страница 411]
WAITC	Ожидание выполнения критерия смены кадра соединения для оси/шпинделя		*PGAs*/
WAITE	Ожидание конца программы в другом канале.		*PGAs*/
WAITENC	Ожидание синхронизированных или восстановленных позиций осей		*PGAs*/
WAITM	Ожидание метки в указанном канале; завершить предшествующий кадр с точным остановом.		*PGAs*/
WAITMC	Ожидание метки в указанном канале; точный останов только если другие каналы еще не достигли метки		*PGAs*/
WAITP	Ожидание конца перемещения позиционирующей оси		*PGs*/ Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) [Страница 119]
WAITS	Ожидание достижения позиции шпинделя		*PGs*/ Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) [Страница 124]
WALCS0	Ограничение рабочего поля WCS отключено	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS1	Группа ограничений рабочего поля WCS 1 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS2	Группа ограничений рабочего поля WCS 2 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS3	Группа ограничений рабочего поля WCS 3 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS4	Группа ограничений рабочего поля WCS 4 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS5	Группа ограничений рабочего поля WCS 5 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS6	Группа ограничений рабочего поля WCS 6 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS7	Группа ограничений рабочего поля WCS 7 активна	м	*PGs*/ Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]

Оператор	Значение	W [1]	Описание см. [2]
WALCS8	Группа ограничений рабочего поля WCS 8 активна	м	*PGs/* Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS9	Группа ограничений рабочего поля WCS 9 активна	м	*PGs/* Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALCS10	Группа ограничений рабочего поля WCS 10 активна	м	*PGs/* Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) [Страница 394]
WALIMOF	Ограничение рабочего поля BKS ВЫКЛ	м	*PGs/* Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) [Страница 390]
WALIMON [3]	Ограничение рабочего поля BKS ВКЛ	м	*PGs/* Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) [Страница 390]
WHEN	Операция будет выполняться циклически, если условие выполнено.		*PGAs/*
WHENEVER	Операция будет выполнена один раз, если условие выполнено один раз.		*PGAs/*
WHILE	Начало программного цикла WHILE		*PGAs/*
WRITE	Записать текст в файловую систему. Добавляет кадр в конце указанного файла.		*PGAs/*
WRTPR	Задерживает задание обработки без прерывания режима управления траекторией		*PGAs/* Запись строки в переменную BTSS (WRTPR) [Страница 389]
X	Имя оси	м/п	*PGs/* Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) [Страница 193]
XOR	Логическая исключающая ИЛИ		*PGAs/*
Y	Имя оси	м/п	*PGs/* Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) [Страница 193]
Z	Имя оси	м/п	*PGs/* Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) [Страница 193]

16.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
:	●	●	●	●	●	●
*	●	●	●	●	●	●
+	●	●	●	●	●	●
-	●	●	●	●	●	●
<	●	●	●	●	●	●
<<	●	●	●	●	●	●
<=	●	●	●	●	●	●
=	●	●	●	●	●	●
>=	●	●	●	●	●	●
/	●	●	●	●	●	●
/0 … … /7	● ○	● ○	● ○	● ○	● ○	● ○
A	●	●	●	●	●	●
A2	-	-	-	-	-	-
A3	-	-	-	-	-	-
A4	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-
ABS	●	●	●	●	●	●
AC	●	●	●	●	●	●
ACC	●	●	●	●	●	●
ACCLIMA	●	●	●	●	●	●
ACN	●	●	●	●	●	●
ACOS	●	●	●	●	●	●
ACP	●	●	●	●	●	●
ACTBLOCNO	●	●	●	●	●	●
ADDFRAME	●	●	●	●	●	●
ADIS	●	●	●	●	●	●
ADISPOS	●	●	●	●	●	●
ADISPOSA	●	●	●	●	●	●
ALF	●	●	●	●	●	●
AMIRROR	●	●	●	●	●	●
AND	●	●	●	●	●	●
ANG	●	●	●	●	●	●
AP	●	●	●	●	●	●
APR	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
APRB	●	●	●	●	●	●
APRP	●	●	●	●	●	●
APW	●	●	●	●	●	●
APWB	●	●	●	●	●	●
APWP	●	●	●	●	●	●
APX	●	●	●	●	●	●
AR	●	●	●	●	●	●
AROT	●	●	●	●	●	●
AROTS	●	●	●	●	●	●
AS	●	●	●	●	●	●
ASCALE	●	●	●	●	●	●
ASIN	●	●	●	●	●	●
ASPLINE	-	○	-	○	-	○
ATAN2	●	●	●	●	●	●
ATOL	-	●	-	●	-	●
ATRANS	●	●	●	●	●	●
AX	●	●	●	●	●	●
AXCTSWE	-	-	-	-	-	-
AXCTSWEC	-	-	-	-	-	-
AXCTSWED	-	-	-	-	-	-
AXIS	●	●	●	●	●	●
AXNAME	●	●	●	●	●	●
AXSTRING	●	●	●	●	●	●
AXTOCHAN	●	●	●	●	●	●
AXTOSPI	●	●	●	●	●	●
B	●	●	●	●	●	●
B2	-	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-
B_AND	●	●	●	●	●	●
B_OR	●	●	●	●	●	●
B_NOT	●	●	●	●	●	●
B_XOR	●	●	●	●	●	●
BAUTO	-	○	-	○	-	○
BLOCK	●	●	●	●	●	●
BLSYNC	●	●	●	●	●	●
BNAT	-	○	-	○	-	○

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
BOOL	●	●	●	●	●	●
BOUND	●	●	●	●	●	●
BRISK	●	●	●	●	●	●
BRISKA	●	●	●	●	●	●
BSPLINE	-	○	-	○	-	○
BTAN	-	○	-	○	-	○
C	●	●	●	●	●	●
C2	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-
CAC	●	●	●	●	●	●
CACN	●	●	●	●	●	●
CACP	●	●	●	●	●	●
CALCDAT	●	●	●	●	●	●
CALCPOSI	●	●	●	●	●	●
CALL	●	●	●	●	●	●
CALLPATH	●	●	●	●	●	●
CANCEL	●	●	●	●	●	●
CASE	●	●	●	●	●	●
CDC	●	●	●	●	●	●
CDOF	●	●	●	●	●	●
CDOF2	●	●	●	●	●	●
CDON	●	●	●	●	●	●
CFC	●	●	●	●	●	●
CFIN	●	●	●	●	●	●
CFINE	●	●	●	●	●	●
CFTCP	●	●	●	●	●	●
CHAN	●	●	●	●	●	●
CHANDATA	●	●	●	●	●	●
CHAR	●	●	●	●	●	●
CHECKSUM	●	●	●	●	●	●
CHF	●	●	●	●	●	●
CHKDM	●	●	●	●	●	●
CHKDNO	●	●	●	●	●	●
CHR	●	●	●	●	●	●
CIC	●	●	●	●	●	●
CIP	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
CLEARM	-	-	-	-	-	-
CLRINT	●	●	●	●	●	●
CMIRROR	●	●	●	●	●	●
COARSEA	●	●	●	●	●	●
COMPCAD	-	○	-	○	-	○
COMPCURV	-	○	-	○	-	○
COMPLETE	●	●	●	●	●	●
COMPOF	-	○	-	○	-	○
COMPON	-	○	-	○	-	○
CONTDCON	●	●	●	●	●	●
CONTPRON	●	●	●	●	●	●
CORROF	●	●	●	●	●	●
COS	●	●	●	●	●	●
COUPDEF	○	-	○	-	○	-
COUPDEL	○	-	○	-	○	-
COUPOF	○	-	○	-	○	-
COUPOFS	○	-	○	-	○	-
COUPON	○	-	○	-	○	-
COUPONC	○	-	○	-	○	-
COUPRES	○	-	○	-	○	-
CP	●	●	●	●	●	●
CPRECOF	●	●	●	●	●	●
CPRECON	●	●	●	●	●	●
CPROT	●	●	●	●	●	●
CPROTDEF	●	●	●	●	●	●
CR	●	●	●	●	●	●
CROT	●	●	●	●	●	●
CROTS	●	●	●	●	●	●
CRPL	●	●	●	●	●	●
CSCALE	●	●	●	●	●	●
CSPLINE	-	○	-	○	-	○
CT	●	●	●	●	●	●
CTAB	-	-	-	-	-	-
CTABDEF	-	-	-	-	-	-
CTABDEL	-	-	-	-	-	-
CTABEND	-	-	-	-	-	-
CTABEXISTS	-	-	-	-	-	-
CTABFNO	-	-	-	-	-	-

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
CTABFPOL	-	-	-	-	-	-
CTABFSEG	-	-	-	-	-	-
CTABID	-	-	-	-	-	-
CTABINV	-	-	-	-	-	-
CTABISLOCK	-	-	-	-	-	-
CTABLOCK	-	-	-	-	-	-
CTABMEMTYP	-	-	-	-	-	-
CTABMPOL	-	-	-	-	-	-
CTABMSEG	-	-	-	-	-	-
CTABNO	-	-	-	-	-	-
CTABNOMEM	-	-	-	-	-	-
CTABPERIOD	-	-	-	-	-	-
CTABPOL	-	-	-	-	-	-
CTABPOLID	-	-	-	-	-	-
CTABSEG	-	-	-	-	-	-
CTABSEGID	-	-	-	-	-	-
CTABSEV	-	-	-	-	-	-
CTABSSV	-	-	-	-	-	-
CTABTEP	-	-	-	-	-	-
CTABTEV	-	-	-	-	-	-
CTABTMAX	-	-	-	-	-	-
CTABTMIN	-	-	-	-	-	-
CTABTSP	-	-	-	-	-	-
CTABTSV	-	-	-	-	-	-
CTABUNLOCK	-	-	-	-	-	-
CTOL	-	○	-	○	-	○
CTRANS	●	●	●	●	●	●
CUT2D	●	●	●	●	●	●
CUT2DF	●	●	●	●	●	●
CUT3DC	-	-	-	-	-	-
CUT3DCC	-	-	-	-	-	-
CUT3DCCD	-	-	-	-	-	-
CUT3DF	-	-	-	-	-	-
CUT3DFF	-	-	-	-	-	-
CUT3DFS	-	-	-	-	-	-
CUTCONOF	●	●	●	●	●	●
CUTCONON	●	●	●	●	●	●
CUTMOD	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
CYCLE...	●	●	●	●	●	●
D	●	●	●	●	●	●
D0	●	●	●	●	●	●
DAC	●	●	●	●	●	●
DC	●	●	●	●	●	●
DEF	●	●	●	●	●	●
DEFINE	●	●	●	●	●	●
DEFAULT	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTON	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTOF	●	●	●	●	●	●
DELDL	●	●	●	●	●	●
DELDTG	●	●	●	●	●	●
DELETE	●	●	●	●	●	●
DELTOOLENV	●	●	●	●	●	●
DIACYCOFA	●	●	●	●	●	●
DIAM90	●	●	●	●	●	●
DIAM90A	●	●	●	●	●	●
DIAMCHAN	●	●	●	●	●	●
DIAMCHANA	●	●	●	●	●	●
DIAMCYCOF	●	●	●	●	●	●
DIAMOF	●	●	●	●	●	●
DIAMOFA	●	●	●	●	●	●
DIAMON	●	●	●	●	●	●
DIAMONA	●	●	●	●	●	●
DIC	●	●	●	●	●	●
DILF	●	●	●	●	●	●
DISABLE	●	●	●	●	●	●
DISC	●	●	●	●	●	●
DISCL	●	●	●	●	●	●
DISPLOF	●	●	●	●	●	●
DISPLON	●	●	●	●	●	●
DISPR	●	●	●	●	●	●
DISR	●	●	●	●	●	●
DITE	●	●	●	●	●	●
DITS	●	●	●	●	●	●
DIV	●	●	●	●	●	●
DL	-	-	-	-	-	-
DO	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
DRFOF	●	●	●	●	●	●
DRIVE	●	●	●	●	●	●
DRIVEA	●	●	●	●	●	●
DYNFINISH	●	●	●	●	●	●
DYNNORM	●	●	●	●	●	●
DYNPOS	●	●	●	●	●	●
DYNROUGH	●	●	●	●	●	●
DYNSEMIFIN	●	●	●	●	●	●
DZERO	●	●	●	●	●	●
EAUTO	-	○	-	○	-	○
EGDEF	-	-	-	-	-	-
EGDEL	-	-	-	-	-	-
EGOFC	-	-	-	-	-	-
EGOFS	-	-	-	-	-	-
EGON	-	-	-	-	-	-
EGONSYN	-	-	-	-	-	-
EGONSYNE	-	-	-	-	-	-
ELSE	●	●	●	●	●	●
ENABLE	●	●	●	●	●	●
ENAT	-	○	-	○	-	○
ENDFOR	●	●	●	●	●	●
ENDIF	●	●	●	●	●	●
ENDLABEL	●	●	●	●	●	●
ENDLOOP	●	●	●	●	●	●
ENDPROC	●	●	●	●	●	●
ENDWHILE	●	●	●	●	●	●
ESRR	●	●	●	●	●	●
ESRS	●	●	●	●	●	●
ETAN	-	○	-	○	-	○
EVERY	●	●	●	●	●	●
EX	●	●	●	●	●	●
EXECSTRING	●	●	●	●	●	●
EXECTAB	●	●	●	●	●	●
EXECUTE	●	●	●	●	●	●
EXP	●	●	●	●	●	●
EXTCALL	●	●	●	●	●	●
EXTCLOSE	●	●	●	●	●	●
EXTERN	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
EXTOPEN	●	●	●	●	●	●
F	●	●	●	●	●	●
FA	●	●	●	●	●	●
FAD	●	●	●	●	●	●
FALSE	●	●	●	●	●	●
FB	●	●	●	●	●	●
FCTDEF	-	-	-	-	-	-
FCUB	●	●	●	●	●	●
FD	●	●	●	●	●	●
FDA	●	●	●	●	●	●
FENDNORM	●	●	●	●	●	●
FFWOF	●	●	●	●	●	●
FFWON	●	●	●	●	●	●
FGREF	●	●	●	●	●	●
FGROUP	●	●	●	●	●	●
FI	●	●	●	●	●	●
FIFOCTRL	●	●	●	●	●	●
FILEDATE	●	●	●	●	●	●
FILEINFO	●	●	●	●	●	●
FILESIZE	●	●	●	●	●	●
FILESTAT	●	●	●	●	●	●
FILETIME	●	●	●	●	●	●
FINEA	●	●	●	●	●	●
FL	●	●	●	●	●	●
FLIN	●	●	●	●	●	●
FMA	-	-	-	-	-	-
FNORM	●	●	●	●	●	●
FOCOF	○	-	○	-	○	-
FOCON	○	-	○	-	○	-
FOR	●	●	●	●	●	●
FP	●	●	●	●	●	●
FPO	-	-	-	-	-	-
FPR	●	●	●	●	●	●
FPRAOF	●	●	●	●	●	●
FPRAON	●	●	●	●	●	●
FRAME	●	●	●	●	●	●
FRC	●	●	●	●	●	●
FRCM	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
FROM	●	●	●	●	●	●
FTOC	●	●	●	●	●	●
FTOCOF	●	●	●	●	●	●
FTOCON	●	●	●	●	●	●
FXS	●	●	●	●	●	●
FXST	●	●	●	●	●	●
FXSW	●	●	●	●	●	●
FZ	●	●	●	●	●	●
G0	●	●	●	●	●	●
G1	●	●	●	●	●	●
G2	●	●	●	●	●	●
G3	●	●	●	●	●	●
G4	●	●	●	●	●	●
G5	●	●	●	●	●	●
G7	●	●	●	●	●	●
G9	●	●	●	●	●	●
G17	●	●	●	●	●	●
G18	●	●	●	●	●	●
G19	●	●	●	●	●	●
G25	●	●	●	●	●	●
G26	●	●	●	●	●	●
G33	●	●	●	●	●	●
G34	●	●	●	●	●	●
G35	●	●	●	●	●	●
G40	●	●	●	●	●	●
G41	●	●	●	●	●	●
G42	●	●	●	●	●	●
G53	●	●	●	●	●	●
G54	●	●	●	●	●	●
G55	●	●	●	●	●	●
G56	●	●	●	●	●	●
G57	●	●	●	●	●	●
G58	●	●	●	●	●	●
G59	●	●	●	●	●	●
G60	●	●	●	●	●	●
G62	●	●	●	●	●	●
G63	●	●	●	●	●	●
G64	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
G70	●	●	●	●	●	●
G71	●	●	●	●	●	●
G74	●	●	●	●	●	●
G75	●	●	●	●	●	●
G90	●	●	●	●	●	●
G91	●	●	●	●	●	●
G93	●	●	●	●	●	●
G94	●	●	●	●	●	●
G95	●	●	●	●	●	●
G96	●	●	●	●	●	●
G97	●	●	●	●	●	●
G110	●	●	●	●	●	●
G111	●	●	●	●	●	●
G112	●	●	●	●	●	●
G140	●	●	●	●	●	●
G141	●	●	●	●	●	●
G142	●	●	●	●	●	●
G143	●	●	●	●	●	●
G147	●	●	●	●	●	●
G148	●	●	●	●	●	●
G153	●	●	●	●	●	●
G247	●	●	●	●	●	●
G248	●	●	●	●	●	●
G290	●	●	●	●	●	●
G291	●	●	●	●	●	●
G331	●	●	●	●	●	●
G332	●	●	●	●	●	●
G340	●	●	●	●	●	●
G341	●	●	●	●	●	●
G347	●	●	●	●	●	●
G348	●	●	●	●	●	●
G450	●	●	●	●	●	●
G451	●	●	●	●	●	●
G460	●	●	●	●	●	●
G461	●	●	●	●	●	●
G462	●	●	●	●	●	●
G500	●	●	●	●	●	●
G505 ... G599	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
G601	●	●	●	●	●	●
G602	●	●	●	●	●	●
G603	●	●	●	●	●	●
G621	●	●	●	●	●	●
G641	●	●	●	●	●	●
G642	●	●	●	●	●	●
G643	●	●	●	●	●	●
G644	●	●	●	●	●	●
G645	●	●	●	●	●	●
G700	●	●	●	●	●	●
G710	●	●	●	●	●	●
G751	●	●	●	●	●	●
G810 ... G819	-	-	-	-	-	-
G820 ... G829	-	-	-	-	-	-
G931	●	●	●	●	●	●
G942	●	●	●	●	●	●
G952	●	●	●	●	●	●
G961	●	●	●	●	●	●
G962	●	●	●	●	●	●
G971	●	●	●	●	●	●
G972	●	●	●	●	●	●
G973	●	●	●	●	●	●
GEOAX	●	●	●	●	●	●
GET	●	●	●	●	●	●
GETACTT	●	●	●	●	●	●
GETACTTD	●	●	●	●	●	●
GETD	●	●	●	●	●	●
GETDNO	●	●	●	●	●	●
GETEXET	●	●	●	●	●	●
GETFREELOC	●	●	●	●	●	●
GETSELT	●	●	●	●	●	●
GETT	●	●	●	●	●	●
GETTCOR	●	●	●	●	●	●
GETTENV	●	●	●	●	●	●
GOTO	●	●	●	●	●	●
GOTOB	●	●	●	●	●	●
GOTOC	●	●	●	●	●	●
GOTOF	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
GOTOS	●	●	●	●	●	●
GP	●	●	●	●	●	●
GWPSOF	●	●	●	●	●	●
GWPSON	●	●	●	●	●	●
H...	●	●	●	●	●	●
HOLES1	●	●	●	●	●	●
HOLES2	●	●	●	●	●	●
I	●	●	●	●	●	●
I1	●	●	●	●	●	●
IC	●	●	●	●	●	●
ICYCOF	●	●	●	●	●	●
ICYCON	●	●	●	●	●	●
ID	●	●	●	●	●	●
IDS	●	●	●	●	●	●
IF	●	●	●	●	●	●
INDEX	●	●	●	●	●	●
INIPO	●	●	●	●	●	●
INIRE	●	●	●	●	●	●
INICF	●	●	●	●	●	●
INIT	-	-	-	-	-	-
INITIAL	●	●	●	●	●	●
INT	●	●	●	●	●	●
INTERSEC	●	●	●	●	●	●
INVCCW	-	-	-	-	-	-
INVCW	-	-	-	-	-	-
INVFRAME	●	●	●	●	●	●
IP	●	●	●	●	●	●
IPOBRKA	●	●	●	●	●	●
IPOENDA	●	●	●	●	●	●
IPTRLOCK	●	●	●	●	●	●
IPTRUNLOCK	●	●	●	●	●	●
ISAXIS	●	●	●	●	●	●
ISD	-	-	-	-	-	-
ISFILE	●	●	●	●	●	●
ISNUMBER	●	●	●	●	●	●
ISOCALL	●	●	●	●	●	●
ISVAR	●	●	●	●	●	●
J	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
J1	●	●	●	●	●	●
JERKA	●	●	●	●	●	●
JERKLIM	●	●	●	●	●	●
JERKLIMA	●	●	●	●	●	●
K	●	●	●	●	●	●
K1	●	●	●	●	●	●
KONT	●	●	●	●	●	●
KONTC	●	●	●	●	●	●
KONTT	●	●	●	●	●	●
L	●	●	●	●	●	●
LEAD Ориентация инструмента Полин. ориентации	- -	- -	- -	- -	- -	- -
LEADOF	-	-	-	-	-	-
LEADON	-	-	-	-	-	-
LENTOAX	●	●	●	●	●	●
LFOF	●	●	●	●	●	●
LFON	●	●	●	●	●	●
LFPOS	●	●	●	●	●	●
LFTXT	●	●	●	●	●	●
LFWP	●	●	●	●	●	●
LIFTFAST	●	●	●	●	●	●
LIMS	●	●	●	●	●	●
LLI	●	●	●	●	●	●
LN	●	●	●	●	●	●
LOCK	●	●	●	●	●	●
LONGHOLE	-	-	-	-	-	-
LOOP	●	●	●	●	●	●
M0	●	●	●	●	●	●
M1	●	●	●	●	●	●
M2	●	●	●	●	●	●
M3	●	●	●	●	●	●
M4	●	●	●	●	●	●
M5	●	●	●	●	●	●
M6	●	●	●	●	●	●
M17	●	●	●	●	●	●
M19	●	●	●	●	●	●
M30	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
M40	●	●	●	●	●	●
M41 ... M45	●	●	●	●	●	●
M70	●	●	●	●	●	●
MASLDEF	●	●	●	●	●	●
MASLDEL	●	●	●	●	●	●
MASLOF	●	●	●	●	●	●
MASLOFS	●	●	●	●	●	●
MASLON	●	●	●	●	●	●
MATCH	●	●	●	●	●	●
MAXVAL	●	●	●	●	●	●
MCALL	●	●	●	●	●	●
MEAC	-	-	-	-	-	-
MEAFRAME	●	●	●	●	●	●
MEAS	●	●	●	●	●	●
MEASA	-	-	-	-	-	-
MEASURE	●	●	●	●	●	●
MEAW	●	●	●	●	●	●
MEAWA	-	-	-	-	-	-
MI	●	●	●	●	●	●
MINDEX	●	●	●	●	●	●
MINVAL	●	●	●	●	●	●
MIRROR	●	●	●	●	●	●
MMC	●	●	●	●	●	●
MOD	●	●	●	●	●	●
MODAXVAL	●	●	●	●	●	●
MOV	●	●	●	●	●	●
MSG	●	●	●	●	●	●
MVTOOL	●	●	●	●	●	●
N	●	●	●	●	●	●
NCK	●	●	●	●	●	●
NEWCONF	●	●	●	●	●	●
NEWT	●	●	●	●	●	●
NORM	●	●	●	●	●	●
NOT	●	●	●	●	●	●
NPROT	●	●	●	●	●	●
NPROTDEF	●	●	●	●	●	●
NUMBER	●	●	●	●	●	●
OEMIPO1	-	-	-	-	-	-

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
OEMIPO2	-	-	-	-	-	-
OF	●	●	●	●	●	●
OFFN	●	●	●	●	●	●
OMA1	-	-	-	-	-	-
OMA2	-	-	-	-	-	-
OMA3	-	-	-	-	-	-
OMA4	-	-	-	-	-	-
OMA5	-	-	-	-	-	-
OR	●	●	●	●	●	●
ORIAXES	-	-	-	-	-	-
ORIAXPOS	-	-	-	-	-	-
ORIC	-	-	-	-	-	-
ORICONCCW	-	-	-	-	-	-
ORICONCW	-	-	-	-	-	-
ORICONIO	-	-	-	-	-	-
ORICONTO	-	-	-	-	-	-
ORICURVE	-	-	-	-	-	-
ORID	-	-	-	-	-	-
ORIEULER	-	-	-	-	-	-
ORIMKS	-	-	-	-	-	-
ORIPATH	-	-	-	-	-	-
ORIPATHS	-	-	-	-	-	-
ORIPLANE	-	-	-	-	-	-
ORIRESET	-	-	-	-	-	-
ORIROTA	-	-	-	-	-	-
ORIROTC	-	-	-	-	-	-
ORIROTR	-	-	-	-	-	-
ORIROTT	-	-	-	-	-	-
ORIRPY	-	-	-	-	-	-
ORIRPY2	-	-	-	-	-	-
ORIS	-	-	-	-	-	-
ORISOF	-	-	-	-	-	-
ORISON	-	-	-	-	-	-
ORIVECT	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT1	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT2	-	-	-	-	-	-
ORIWKS	-	-	-	-	-	-
OS	-	-	-	-	-	-

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
OSB	-	-	-	-	-	-
OSC	-	-	-	-	-	-
OSCILL	-	-	-	-	-	-
OSCTRL	-	-	-	-	-	-
OSD	-	-	-	-	-	-
OSE	-	-	-	-	-	-
OSNSC	-	-	-	-	-	-
OSOF	-	-	-	-	-	-
OSP1	-	-	-	-	-	-
OSP2	-	-	-	-	-	-
OSS	-	-	-	-	-	-
OSSE	-	-	-	-	-	-
OST	-	-	-	-	-	-
OST1	-	-	-	-	-	-
OST2	-	-	-	-	-	-
OTOL	-	●	-	●	-	●
OVR	●	●	●	●	●	●
OVRA	●	●	●	●	●	●
OVRRAP	●	●	●	●	●	●
P	●	●	●	●	●	●
PAROT	●	●	●	●	●	●
PAROTOF	●	●	●	●	●	●
PCALL	●	●	●	●	●	●
PDELAYOF	-	-	-	-	-	-
PDELAYON	-	-	-	-	-	-
PHU	●	●	●	●	●	●
PL	- -	○ -	- -	○ -	- -	○ -
PM	●	●	●	●	●	●
PO	-	-	-	-	-	-
POCKET3	●	●	●	●	●	●
POCKET4	●	●	●	●	●	●
POLF	●	●	●	●	●	●
POLFA	●	●	●	●	●	●
POLFMASK	●	●	●	●	●	●
POLFMLIN	●	●	●	●	●	●
POLY	-	-	-	-	-	-

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
POLYPATH	-	-	-	-	-	-
PON	-	-	-	-	-	-
PONS	-	-	-	-	-	-
POS	●	●	●	●	●	●
POSA	●	●	●	●	●	●
POSM	●	●	●	●	●	●
POSP	●	●	●	●	●	●
POSRANGE	●	●	●	●	●	●
POT	●	●	●	●	●	●
PR	●	●	●	●	●	●
PREPRO	●	●	●	●	●	●
PRESETON	●	●	●	●	●	●
PRIO	●	●	●	●	●	●
PROC	●	●	●	●	●	●
PTP	●	●	●	●	●	●
PTPG0	●	●	●	●	●	●
PUNCHACC	-	-	-	-	-	-
PUTFTOC	●	●	●	●	●	●
PUTFTOCF	●	●	●	●	●	●
PW	-	○	-	○	-	○
QECLRNOF	●	●	●	●	●	●
QECLRNON	●	●	●	●	●	●
QU	●	●	●	●	●	●
R...	●	●	●	●	●	●
RAC	●	●	●	●	●	●
RDISABLE	●	●	●	●	●	●
READ	●	●	●	●	●	●
REAL	●	●	●	●	●	●
REDEF	●	●	●	●	●	●
RELEASE	●	●	●	●	●	●
REP	●	●	●	●	●	●
REPEAT	●	●	●	●	●	●
REPEATB	●	●	●	●	●	●
REPOSA	●	●	●	●	●	●
REPOSH	●	●	●	●	●	●
REPOSHA	●	●	●	●	●	●
REPOSL	●	●	●	●	●	●
REPOSQ	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
REPOSQA	●	●	●	●	●	●
RESET	●	●	●	●	●	●
RESETMON	●	●	●	●	●	●
RET	●	●	●	●	●	●
RIC	●	●	●	●	●	●
RINDEX	●	●	●	●	●	●
RMB	●	●	●	●	●	●
RME	●	●	●	●	●	●
RMI	●	●	●	●	●	●
RMN	●	●	●	●	●	●
RND	●	●	●	●	●	●
RNDM	●	●	●	●	●	●
ROT	●	●	●	●	●	●
ROTS	●	●	●	●	●	●
ROUND	●	●	●	●	●	●
ROUNDUP	●	●	●	●	●	●
RP	●	●	●	●	●	●
RPL	●	●	●	●	●	●
RT	●	●	●	●	●	●
RTLIOF	●	●	●	●	●	●
RTLION	●	●	●	●	●	●
S	●	●	●	●	●	●
SAVE	●	●	●	●	●	●
SBLOF	●	●	●	●	●	●
SBLON	●	●	●	●	●	●
SC	●	●	●	●	●	●
SCALE	●	●	●	●	●	●
SCC	●	●	●	●	●	●
SCPARA	●	●	●	●	●	●
SD	-	○	-	○	-	○
SEFORM	●	●	●	●	●	●
SET	●	●	●	●	●	●
SETAL	●	●	●	●	●	●
SETDNO	●	●	●	●	●	●
SETINT	●	●	●	●	●	●
SETM	-	-	-	-	-	-
SETMS	●	●	●	●	●	●
SETMS(n)	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
SETMTH	●	●	●	●	●	●
SETPIECE	●	●	●	●	●	●
SETTA	●	●	●	●	●	●
SETTCOR	●	●	●	●	●	●
SETTIA	●	●	●	●	●	●
SF	●	●	●	●	●	●
SIN	●	●	●	●	●	●
SIRELAY	-	-	-	-	-	-
SIRELIN	-	-	-	-	-	-
SIRELOUT	-	-	-	-	-	-
SIRELTIME	-	-	-	-	-	-
SLOT1	●	●	●	●	●	●
SLOT2	●	●	●	●	●	●
SOFT	●	●	●	●	●	●
SOFTA	●	●	●	●	●	●
SON	-	-	-	-	-	-
SONS	-	-	-	-	-	-
SPATH	●	●	●	●	●	●
SPCOF	●	●	●	●	●	●
SPCON	●	●	●	●	●	●
SPI	●	●	●	●	●	●
SPIF1	-	-	-	-	-	-
SPIF2	-	-	-	-	-	-
SPLINEPATH	-	○	-	○	-	○
SPN	-	-	-	-	-	-
SPOF	-	-	-	-	-	-
SPOS	●	●	●	●	●	●
SPOSA	●	●	●	●	●	●
SPP	-	-	-	-	-	-
SPRINT	●	●	●	●	●	●
SQRT	●	●	●	●	●	●
SR	-	-	-	-	-	-
SRA	-	-	-	-	-	-
ST	-	-	-	-	-	-
STA	-	-	-	-	-	-
START	-	-	-	-	-	-
STARTFIFO	●	●	●	●	●	●
STAT	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
STOLF	-	-	-	-	-	-
STOPFIFO	●	●	●	●	●	●
STOPRE	●	●	●	●	●	●
STOPREOF	●	●	●	●	●	●
STRING	●	●	●	●	●	●
STRINGFELD	●	●	●	●	●	●
STRINGIS	●	●	●	●	●	●
STRINGVAR	-	-	-	-	-	-
STRLEN	●	●	●	●	●	●
SUBSTR	●	●	●	●	●	●
SUPA	●	●	●	●	●	●
SVC	●	●	●	●	●	●
SYNFCT	●	●	●	●	●	●
SYNR	●	●	●	●	●	●
SYNRW	●	●	●	●	●	●
SYNW	●	●	●	●	●	●
T	●	●	●	●	●	●
TAN	●	●	●	●	●	●
TANG	-	-	-	-	-	-
TANGDEL	-	-	-	-	-	-
TANGOF	-	-	-	-	-	-
TANGON	-	-	-	-	-	-
TCA (828D: _TCA)	●	●	●	●	●	●
TCARR	-	●	-	●	-	●
TCI	●	●	●	●	●	●
TCOABS	-	●	-	●	-	●
TCOFR	-	●	-	●	-	●
TCOFRX	-	●	-	●	-	●
TCOFRY	-	●	-	●	-	●
TCOFRZ	-	●	-	●	-	●
THETA	-	-	-	-	-	-
TILT	-	-	-	-	-	-
TLIFT	-	-	-	-	-	-
TMOF	●	●	●	●	●	●
TMON	●	●	●	●	●	●
TO	●	●	●	●	●	●
TOFF	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
TOFFL	●	●	●	●	●	●
TOFFOF	●	●	●	●	●	●
TOFFON	●	●	●	●	●	●
TOFFR	●	●	●	●	●	●
TOFRAME	●	●	●	●	●	●
TOFRAMEX	●	●	●	●	●	●
TOFRAMEY	●	●	●	●	●	●
TOFRAMEZ	●	●	●	●	●	●
TOLOWER	●	●	●	●	●	●
TOOLENV	●	●	●	●	●	●
TOROT	●	●	●	●	●	●
TOROTOF	●	●	●	●	●	●
TOROTX	●	●	●	●	●	●
TOROTY	●	●	●	●	●	●
TOROTZ	●	●	●	●	●	●
TOUPPER	●	●	●	●	●	●
TOWBCS	-	●	-	●	-	●
TOWKCS	-	●	-	●	-	●
TOWMCS	-	●	-	●	-	●
TOWSTD	-	●	-	●	-	●
TOWTCS	-	●	-	●	-	●
TOWWCS	-	●	-	●	-	●
TR	●	●	●	●	●	●
TRAANG	-	-	-	-	○	-
TRACON	-	-	-	-	○	-
TRACYL	○	○	○	○	○	○
TRAFOOF	●	●	●	●	●	●
TRAILOF	●	●	●	●	●	●
TRAILON	●	●	●	●	●	●
TRANS	●	●	●	●	●	●
TRANSMIT	○	○	○	○	○	○
TRAORI	-	●	-	●	-	●
TRUE	●	●	●	●	●	●
TRUNC	●	●	●	●	●	●
TU	●	●	●	●	●	●
TURN	●	●	●	●	●	●
ULI	●	●	●	●	●	●
UNLOCK	●	●	●	●	●	●

Оператор	Вариант СЧПУ 828D					
	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
	basic T	basic M	Токарная обработка	Фрезеро-вание	Токарная обработка	Фрезеро-вание
UNTIL	●	●	●	●	●	●
UPATH	●	●	●	●	●	●
VAR	●	●	●	●	●	●
VELOLIM	●	●	●	●	●	●
VELOLIMA	●	●	●	●	●	●
WAITC	-	-	-	-	○	-
WAITE	-	-	-	-	-	-
WAITENC	-	-	-	-	-	-
WAITM	-	-	-	-	-	-
WAITMC	-	-	-	-	-	-
WAITP	●	●	●	●	●	●
WAITS	●	●	●	●	●	●
WALCS0	●	●	●	●	●	●
WALCS1	●	●	●	●	●	●
WALCS2	●	●	●	●	●	●
WALCS3	●	●	●	●	●	●
WALCS4	●	●	●	●	●	●
WALCS5	●	●	●	●	●	●
WALCS6	●	●	●	●	●	●
WALCS7	●	●	●	●	●	●
WALCS8	●	●	●	●	●	●
WALCS9	●	●	●	●	●	●
WALCS10	●	●	●	●	●	●
WALIMOF	●	●	●	●	●	●
WALIMON	●	●	●	●	●	●
WHEN	●	●	●	●	●	●
WHENEVER	●	●	●	●	●	●
WHILE	●	●	●	●	●	●
WRITE	●	●	●	●	●	●
WRTPR	●	●	●	●	●	●
X	●	●	●	●	●	●
XOR	●	●	●	●	●	●
Y	●	●	●	●	●	●
Z	●	●	●	●	●	●

● Стандарт

○ Опция

\- Не доступно

16.3 Адреса

Список адресов

Список адресов состоит из:

- Буквы адреса
- Фиксированные адреса
- Фиксированные адреса с осевым расширением
- Устанавливаемые адреса

Буквы адресов

Доступными буквами адресов являются:

Буква	Значение	Цифровое расшир.
A	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
B	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
C	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
D	Включение/выключение коррекции длин инструмента, резца инструмента	
E	Устанавливаемый идентификатор адреса	
F	Подача Время ожидания в секундах	x
G	Функция G	
H	Функция H	x
I	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
J	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
K	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
L	Подпрограммы, -вызов	
M	Функция M	x
N	Номер вспомогательного кадра	
O	свободно	
P	Число прогонов программы	
Q	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
R	Идентификатор переменной (R-параметры)/устанавливаемый идентификатор адреса без цифрового расширения	x
S	Значение шпинделя Время ожидания в оборотах шпинделя	x x
T	Номер инструмента	x
U	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
V	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
W	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
X	Устанавливаемый идентификатор адреса	x

Буква	Значение	Цифровое расшир.
Y	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
Z	Устанавливаемый идентификатор адреса	x
%	Символ начала и разделения при передаче файлов	
:	Номер главного кадра	
/	Символ пропуска кадра	

Имеющиеся фиксированные адреса

Идентифи-катор адреса	Тип адреса	Мо-дально /пока-дрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных
L	Номер подпрогр.	п									Integer без знака
P	Кол-во прогонов подпрогр.	п									Integer без знака
N	Номер кадра	п									Integer без знака
G	Функция G	см. Список функц. G									Integer без знака
F	Подача, время ожидания	м, п	x							x	Real без знака
OVR	Процентовка	м									Real без знака
S	Шпиндель, время ожидания	м,п								x	Real без знака
SPOS	Позиция шпинделя	м	x	x	x						Real
SPOSA	Позиция шпинделя за границу кадра	м	x	x	x						Real
T	Номер инструмента	м								x	Integer без знака
D	Номер коррекции	м								x	Integer без знака
M, H,	Вспомога-тельные функции	п								x	M: Integer без знака H: Real

Фиксированные адреса с осевым расширением

Идентификатор адреса	Тип адреса	Модально или покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных
AX: Axis	Переменный идентификатор оси	*)	x	x	x	x	x	x			Real
IP: Interpolation parameter	Переменный параметр интерполяции	п	x	x	x	x	x				Real
POS: Positioning axis	Позиционирующая ось	м	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSA: Positioning axis above end of block	Позиционирующая ось за границы кадра	м	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSP: Positioning axis in parts	Посегментное позиционирование (качание)	м	x	x	x	x	x	x			Real: Конечная позиция/ Real: длина участка Integer: опция
PO: Polynom	Полиномиальный коэффициент	п	x	x							Real без знака
FA: Feed axial	Осевая подача	м	x							x	Real без знака
FL: Feed limit	Осевая предельная подача	м	x								Real без знака
OVRA: Процентовка	Осевая процентовка	м	x								Real без знака
ACC: Acceleration axial	Осевое ускорение	м									Real без знака
FMA: Feed multiple axial	Осевая синхронная подача	м	x								Real без знака
STA: Sparking out time axial	Осевое время выхаживания	м									Real без знака
SRA: Sparking out retract	Путь отвода при внешнем осевом входе	м	x	x							Real без знака

Идентификатор адреса	Тип адреса	Модально или покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных
OS: Oscillating on/off	Вкл/выкл качания	м									Integer без знака
OST1: Oscillating time 1	Время удержания в левой точке возврата (качание)	м									Real
OST2: Oscillating time 2	Время удержания в правой точке возврата (качание)	м									Real
OSP1: Oscillating Position 1	Левая точка возврата (качание)	м	x	x	x	x	x	x			Real
OSP2: Oscillating Position 2	Правая точка возврата (качание)	м	x	x	x	x	x	x			Real
OSB: Oscillating start position	Стартовая точка качания	м	x	x	x	x	x	x			Real
OSE: Oscillating end position	Конечная точка качания	м	x	x	x	x	x	x			Real
OSNSC: Oscillating: number spark out cycles	Количество выхаживаний качания	м									Integer без знака
OSCTRL: Oscillating control	Опции качания	м									Integer без знака: опции установки, Integer без знака: опции сброса
OSCILL: Oscillating	Согласовани я оси для качания, включить качание	м									Axis: 1 - 3 оси подачи
FDA: Feed DRF axial	Осевая подача для наложения маховичка	п	x								Real без знака

Идентификатор адреса	Тип адреса	Модально или покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных
FGREF	Исходный радиус	м	x	x							Real без знака
POLF	Позиция LIFTFAST	м	x	x							Real без знака
FXS: Fixed stop	Наезд на жесткий упор вкл	м									Integer без знака
FXST: Fixed stop torque	Граница моментов для наезда на жесткий упор	м									Real
FXSW: Fixed stop window	Окно контроля для наезда на жесткий упор	м									Real

У этих адресов в квадратных скобках указывается ось или выражение типа "Ось". Тип данных в правой графе это тип присвоенного значения.
*) Абсолютные конечные точки: Модальные, инкрементальные конечные точки: покадрово, в иных случаях модально/покадрово в зависимости от определения синтаксиса функции G.

Устанавливаемые адреса

Идентификатор адреса	Тип адреса	Модально /покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN , ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Макс. кол-во	Тип данных
Осевые значения и конечные точки												
X, Y, Z, A, B, C	Ось	*)	x	x	x	x	x	x		8		Real
AP: Angle polar	Полярный угол	м/п*	x	x	x					1		Real
RP: Radius polar	Полярный радиус	м/п*	x	x	x	x	x			1		Real без знака
Ориентация инструмента												
A2, B2, C2 [1])	Эйлеров угол или угол RPY	п								3		Real
A3, B3, C3	Компонент вектора направл.	п								3		Real

Идентификатор адреса	Тип адреса	Модально /покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN , ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Макс. кол-во	Тип данных
A4, B4, C4 для начала кадра	Компонент вектора нормали	п								3		Real
A5, B5, C5 для конца кадра	Компонент вектора нормали	п								3		Real
A6, B6, C6 нормированный вектор	Компонент вектора направл.	п								3		Real
A7, B7, C7 нормированный вектор	Компонент промежуточной ориентации	п								3		Real
LEAD: Lead Angle	Угол предварения	м								1		Real
THETA: третья степень свободы ориентации инструмента	Угол поворота Вращение вокруг направл. инструмента	п			x	x	x			1		Real
TILT: Tilt Angle	Боковой угол	м								1		Real
ORIS: Orientation Smoothing Factor	Изменение ориентации (относительно траектории)	м								1		Real
Параметры интерполяции												
I, J, K** I1, J1, K1	Параметры интерполяции Координата промежуточной точки	п п	x x	x x	 x	x** x	x** x			3		Real Real
RPL: Rotation plane	Вращение в плоскости	п								1		Real
CR: Circle -Radius	Радиус окружности	п	x	x						1		Real без знака
AR: Angle circular	Апертурный угол									1		Real без знака

Идентифи-катор адреса	Тип адреса	Мо-дально /пока-дрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN , ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Макс. кол-во	Тип данных
TURN	Число витков для спиральной линии	п								1		Integer без знака
PL: Parameter - Interval - Length	Длина интервала параметра	п								1		Real без знака
PW: Point - Weight	Вес точки	п								1		Real без знака
SD: Spline - Degree	Порядок сплайна	п								1		Integer без знака
TU: Turn	Turn	м										Без знака Int
STAT: State	State	м										Integer без знака
SF: Spindle offset	Смещение стартовой точки для резьбона-резания	м								1		Real
DISR: Distance for repositioning	Интервал Repos	п	x	x						1		Real без знака
DISPR: Distance path for repositioning	Разница траектории Repos	п	x	x						1		Real без знака
ALF: Angle lift fast	Угол быстрого отвода	м								1		Integer без знака
DILF: Distance lift fast	Длина быстрого отвода	м	x	x						1		Real
FP	Фиксирова нная точка: Nr. фикс. точки, к которой осущест-вляется подвод	п								1		Integer без знака
RNDM: Round modal	Модальное закруг-ление	м	x	x						1		Real без знака
RND: Round	Покадровое закруг-ление	п	x	x						1		Real без знака

Идентифи-катор адреса	Тип адреса	Мо-дально /пока-дрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN , ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Макс. кол-во	Тип данных
CHF: Chamfer	Покадровая фаска	п	x	x						1		Real без знака
CHR: Chamfer	Фаска в перво-начальном направл. движения	п	x	x						1		Real без знака
ANG: Angle	Угол линии контура	п								1		Real
ISD: Insertion depth	Глубина врезания	м	x	x						1		Real
DISC: Distance	Увеличение переходной окружности коррекции инстру-мента	м	x	x						1		Real без знака
OFFN	Контур смещения - обычный	м	x	x						1		Real
DITS	Входной участок резьбы	м	x	x						1		Real
DITE	Выходной участок резьбы	м	x	x						1		Real
Вырубка/штамповка												
SPN: Stroke/ PunchNumber 1)	Кол-во участков пути на кадр	п								1		INT
SPP: Stroke/Punch Path 1)	Длина участка пути	м								1		Real
Шлифование												
ST: Sparking out time	Время выхажи-вания	п								1		Real без знака
SR: Sparking out retract path	Путь отвода	п	x	x						1		Real без знака
Критерии перешлифовки												
ADIS	Интервал перешли-фовки	м	x	x						1		Real без знака

Идентификатор адреса	Тип адреса	Модально /покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN , ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Макс. кол-во	Тип данных
ADISPOS	Интервал перешлифовки для ускорен. хода	м	x	x						1		Real без знака
Измерение												
MEAS: Measure	Измерение контактным щупом	п								1		Integer без знака
MEAW: Measure without deleting distance to go	Измерение контактным щупом без стирания остатка пути	п								1		Integer без знака
Поведение оси, шпинделя												
LIMS: Limit spindle speed	Ограничение частоты вращения шпинделя	м								1		Real без знака
Подачи												
FAD	Скорость медленного движения подачи	п		x						1		Real без знака
FD: Feed DRF	Подача по траектории для наложения маховичка	п		x						1		Real без знака
FRC	Подача для радиуса и фаски	п		x								Real без знака
FRCM	Модальная подача для радиуса и фаски	м		x								Real без знака
Адреса OEM												
OMA1: адрес OEM 1 [1)]	Адрес OEM 1	м				x	x	x		1		Real
OMA2: адрес OEM 2 [1)]	Адрес OEM 2	м				x	x	x		1		Real
OMA3: адрес OEM 3 [1)]	Адрес OEM 3	м				x	x	x		1		Real

Идентифи-катор адреса	Тип адреса	Мо-дально /пока-дрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN , ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Макс. кол-во	Тип данных
OMA4: адрес OEM 4 [1)]	Адрес OEM 4	м				x	x	x		1		Real
OMA5: адрес OEM 5 [1)]	Адрес OEM 5	м				x	x	x		1		Real

*) Абсолютные конечные точки: Модальные, инкрементальные конечные точки: покадрово, в иных случаях модально/покадрово в зависимости от определяющей синтаксис функции G.

**) В качестве центров окружности параметры IPO действуют инкрементально. С AC они могут быть запрограммированы абсолютно. При других значениях (к примеру, шаг резьбы) изменение адреса игнорируется.

[1]) Кодовое слово не действует для NCU571.

16.4 Группы функций G

Функции G разделены на функциональные группы. В одном кадре может быть записана только одна функция G одной группы. Функция G может действовать модально (до отмены через другую функцию этой же группы), или она действует только для кадра, в котором она стоит (действует покадрово).

Пояснение:

1) Внутренний номер (к примеру, для интерфейса PLC)

2) Возможность конфигурирования функции G как положения сброса функциональной группы при запуске, Reset или завершении программы обработки детали с MD20150 $MC_GCODE_RESET_VALUES:

   + конфигурируемая

   - не конфигурируемая

3) Активность функции G:

   м модально

   п покадрово

4) Стандартная установка

   Если для модальных функций G не запрограммировано функции из группы, то действует изменяемая через машинные данные (MD20150 $MN_$MC_GCODE_RESET_VALUES) стандартная установка.

   SAG Стандартная установка Siemens AG

   MH Стандартная установка изготовителя станка (Maschinenhersteller) (см. указания изготовителя станка)

5) Функция G не действует для NCU571.

Группа 1: действующие модально команды движения						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G0	1.	Движение ускоренного хода	+	м		
G1	2.	Линейная интерполяция	+	м	x	
G2	3.	Круговая интерполяция по часовой стрелке	+	м		
G3	4.	Круговая интерполяция против часовой стрелки	+	м		
CIP	5.	круговая интерполяция через промежуточную точку	+	м		
ASPLINE	6.	Акима-сплайн	+	м		
BSPLINE	7.	B-сплайн	+	м		
CSPLINE	8.	Кубический сплайн	+	м		
POLY	9.	полиномиальная интерполяция	+	м		
G33	10.	Резьбонарезание с постоянным шагом	+	м		
G331	11.	Нарезание внутренней резьбы	+	м		
G332	12.	Обратный ход (нарезание внутренней резьбы)	+	м		
OEMIPO1 5	13.	Зарезервировано	+	м		
OEMIPO2 5	14.	Зарезервировано	+	м		

CT	15.	Окружность с тангенциальным переходом	+	м		
G34	16.	Резьбонарезание с линейной увеличивающимся шагом	+	м		
G35	17.	Резьбонарезание с линейной уменьшающимся шагом	+	м		
INVCW	18.	Эвольвентная интерполяция по часовой стрелке	+	м		
INVCCW	19.	Эвольвентная интерполяция против часовой стрелки	+	м		
Если для модальных функций G не запрограммировано функции из группы, то действует изменяемая через машинные данные (MD20150 $MN_$MC_GCODE_RESET_VALUES) стандартная установка.						

Группа 2: действующие покадрово движения, время ожидания						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
G4	1.	Время ожидания, заранее определено по времени	-	п		
G63	2.	Нарезание внутренней резьбы без синхронизации	-	п		
G74	3.	Реферирование с синхронизацией	-	п		
G75	4.	Подвод к фиксированной точке	-	п		
REPOSL	5.	Повторный подвод к контуру линейный	-	п		
REPOSQ	6.	Повторный подвод к контуру по четверти круга	-	п		
REPOSH	7.	Повторный подвод к контуру по полукругу	-	п		
REPOSA	8.	Повторный подвод к контуру линейный всеми осями	-	п		
REPOSQA	9.	Повторный подвод к контуру всеми осями, геометрические оси по четверти круга	-	п		
REPOSHA	10.	Повторный подвод к контуру всеми осями, геометрические оси по полукругу	-	п		
G147	11.	Подвод к контуру по прямой	-	п		
G247	12.	Подвод к контуру по четверти круга	-	п		
G347	13.	Подвод к контуру по полукругу	-	п		
G148	14.	Выход из контура по прямой	-	п		
G248	15.	Выход из контура по четверти круга	-	п		
G348	16.	Выход из контура по полукругу	-	п		
G5	17.	Шлифование с врезанием с угловой подачей	-	п		
G7	18.	Компенсационное движение при шлифовании с врезанием с угловой подачей	-	п		

Группа 3: Программируемый фрейм, ограничение рабочего поля и программирование полюса						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
TRANS	1.	TRANSLATION: программируемое смещение	-	п		
ROT	2.	ROTATION: программируемое вращение	-	п		
SCALE	3.	SCALE: программируемое масштабирование	-	п		
MIRROR	4.	MIRROR: программируемое отражение	-	п		

ATRANS	5.	Аддитивная TRANSLATION: аддитивное программируемое смещение	-	п		
AROT	6.	Аддитивная ROTATION: Программируемое вращение	-	п		
ASCALE	7.	Аддитивная SCALE: программируемое масштабирование	-	п		
AMIRROR	8.	Аддитивная MIRROR: Программируемое отражение	-	п		
	9.	свободно				
G25	10.	Минимальное ограничение рабочего поля/ ограничение частоты вращения шпинделя	-	п		
G26	11.	Максимальное ограничение рабочего поля/ ограничение частоты вращения шпинделя	-	п		
G110	12.	Программирование полюса относительно последней запрограммированной заданной позиции	-	п		
G111	13.	Программирование полюса относительно нулевой точки актуальной системы координат детали	-	п		
G112	14.	Программирование полюса относительно последнего действующего полюса	-	п		
G58	15.	Программируемое смещение, может замещать абсолютное осевое	-	п		
G59	16.	Программируемое смещение, может замещать аддитивное осевое	-	п		
ROTS	17.	Вращение с пространственным углом	-	п		
AROTS	18.	Аддитивное вращение с пространственным углом	-	п		

Группа 4: FIFO						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
STARTFIFO	1.	Старт FIFO Выполнение с параллельным заполнением буфера предварительной обработки	+	м	x	
STOPFIFO	2.	Стоп FIFO, Остановка обработки; заполнение памяти предварительной обработки до распознавания STARTFIFO, заполнения памяти предварительной обработки или конца программы	+	м		
FIFOCTRL	3.	Включение автоматического управления буфером предварительной обработки	+	м		

Группа 6: Выбор плоскости						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G17	1.	Выбор плоскостей 1-ая – 2-ая геометрическая ось	+	м	x	
G18	2.	Выбор плоскостей 3-ья – 1-ая геометрическая ось	+	м		
G19	3.	Выбор плоскостей 2-ая – 3-ья геометрическая ось	+	м		

Группа 7: коррекция радиуса инструмента						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G40	1.	Нет коррекции радиуса инструмента	+	м	x	
G41	2.	Коррекция радиуса инструмента слева от контура	-	м		
G42	3.	Коррекция радиуса инструмента справа от контура	-	м		

Группа 8: устанавливаемое смещение нулевой точки						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G500	1.	Отключение устанавливаемого смещения нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599)	+	м	x	
G54	2.	1. устанавливаемое смещение нулевой точки	+	м		
G55	3.	2. устанавливаемое смещение нулевой точки	+	м		
G56	4.	3. устанавливаемое смещение нулевой точки	+	м		
G57	5.	4. устанавливаемое смещение нулевой точки	+	м		
G505	6.	5. устанавливаемое смещение нулевой точки	+	м		
...	...	...	+	м		
G599	100.	99. устанавливаемое смещение нулевой точки	+	м		
С помощью функций G этой группы активируется соответствующий устанавливаемый фрейм пользователя $P_UIFR[ ]. G54 соответствует фрейм $P_UIFR[1], G505 соответствует фрейм $P_UIFR[5]. Число устанавливаемых фреймов пользователя и тем самым число функций G в этой группе может параметрироваться через машинные данные MD28080 $MC_MM_NUM_USER_FRAMES.						

Группа 9: подавление фрейма						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G53	1.	Подавление актуальных фреймов: программируемый фрейм включая системный фрейм для TOROT и TOFRAME и активный устанавливаемый фрейм (G54 ... G57, G505 ... G599)	-	п		
SUPA	2.	как G153 включая подавление системных фреймов для установки фактического значения, касания, внешнего смещения нулевой точки, PAROT вкл. смещения маховичком (DRF), [внешнее смещение нулевой точки], наложенное движение	-	п		
G153	3.	как G53 включая подавление всех спец. для канала и/или глобальных базовых фреймов NCU	-	п		

Группа 10: точный останов – режим управления траекторией						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G60	1.	Точный останов	+	м	x	
G64	2.	Режим управления траекторией	+	м		
G641	3.	Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути (= программируемый интервал перешлифовки)	+	м		
G642	4.	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков	+	м		
G643	5.	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков (внутри кадра)	+	м		
G644	6.	Режим управления траекторией с перешлифовкой с макс. возможной динамикой	+	м		
G645	7.	Режим управления траекторией с перешлифовкой углов с тангенциальными переходами кадров с соблюдением определенных допусков	+	м		

Группа 11: покадровый точный останов						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G9	1.	Точный останов	-	п		

Группа 12: критерии смены кадра при точном останове (G60/G9)						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G601	1.	Смена кадра при точном останове точном	+	м	x	
G602	2.	Смена кадра при точном останове грубом	+	м		
G603	3.	Смена кадра при конце кадра IPO	+	м		

Группа 13: размеры детали дюймовые/метрические						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G70	1.	Дюймовая система ввода (длины)	+	м		
G71	2.	Метрическая система ввода мм (длины)	+	м	x	
G700	3.	Дюймовая система ввода дюймы, дюймов/мин (длины + скорость + системные переменные)	+	м		
G710	4.	Метрическая система ввода мм; мм/мин (длины + скорость + системные переменные)	+	м		

Группа 14: размеры детали абсолютные/инкрементальные						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G90	1.	Указание абсолютного размера	+	м	x	
G91	2.	Указание составного размера	+	м		

Группа 15: тип подачи						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G93	1.	Обратная по времени подача 1/мин	+	м		
G94	2.	Линейная подача в мм/мин, дюймов/мин	+	м	x	
G95	3.	Окружная подача в мм/об, дюймов/об	+	м		
G96	4.	Постоянная скорость резания и тип подачи как у G95 ВКЛ	+	м		
G97	5.	Постоянная скорость резания и тип подачи как у G95 ВЫКЛ	+	м		
G931	6.	Задача подачи через время перемещения, отключить постоянную скорость движения по траектории	+	м		
G961	7.	Постоянная скорость резания и тип подачи как у G94 ВКЛ	+	м		
G971	8.	Постоянная скорость резания и тип подачи как у G94 ВЫКЛ	+	м		
G942	9.	Линейная подача и постоянная скорость резания или "замораживание" частоты вращения шпинделя	+	м		
G952	10.	Окружная подача и постоянная скорость резания или "замораживание" частоты вращения шпинделя	+	м		
G962	11.	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость резания	+	м		
G972	12.	Линейная подача или окружная подача и "замораживание" постоянной частоты вращения шпинделя	+	м		
G973	13	Окружная подача без ограничения частоты вращения шпинделя (G97 без LIMS для режима ISO)	+	м		

Группа 16: коррекция подачи на внутреннем и наружном изгибе						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CFC	1.	Постоянная подача на контуре действует на внутреннем и наружном изгибе	+	м	x	
CFTCP	2.	Постоянная подача в исходной точке резца инструмента (траектория центра)	+	м		
CFIN	3.	Постоянная подача на внутреннем изгибе, ускорение на наружном изгибе	+	м		

Группа 17: параметры подвода/отвода, коррекция инструмента						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
NORM	1.	Положение нормали в начальной/конечной точке	+	м	x	
KONT	2.	Обход контура в начальной/конечной точке	+	м		
KONTT	3.	Подвод/отвод с постоянным касанием	+	м		
KONTC	4.	Подвод/отвод с постоянным изгибом	+	м		

Группа 18: поведение на углах, коррекция инструмента						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G450	1.	Переходная окружность (инструмент обходит углы детали по круговой траектории)	+	м	x	
G451	2.	Точка пересечения эквидистант (свободное резание инструмента в углу детали)	+	м		

Группа 19: криволинейный переход на начале сплайна						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
BNAT	1.	Натуральный криволинейный переход к первому сплайн-кадру	+	м	x	
BTAN	2.	Тангенциальный криволинейный переход к первому сплайн-кадру	+	м		
BAUTO	3.	Определение первого сегмента сплайна через следующие 3 точки	+	м		

Группа 20: криволинейный переход на конце сплайна						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
ENAT	1.	Натуральный криволинейный переход к следующему кадру перемещения	+	м	x	
ETAN	2.	Тангенциальный криволинейный переход к следующему кадру перемещения	+	м		
EAUTO	3.	Определение последнего сегмента сплайна через последние 3 точки	+	м		

Группа 21: профиль ускорения						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
BRISK	1.	Скачкообразное ускорение по траектории	+	м	x	
SOFT	2.	Ускорение по траектории с ограничением рывка	+	м		
DRIVE	3.	Зависимое от скорости ускорение по траектории	+	м		

Группа 22: тип коррекции инструмента						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
CUT2D	1.	Коррекция инструмента 2½-D определена через G17-G19	+	м	x	
CUT2DF	2.	Коррекция инструмента 2½-D определена через фрейм Коррекция инструмента действует относительно актуального фрейма (наклонная плоскость)	+	м		
CUT3DC [5]	3.	Коррекция инструмента 3D, периферийное фрезерование	+	м		
CUT3DF [5]	4.	Коррекция инструмента 3D, торцовое фрезерование с не постоянной ориентацией инструмента	+	м		
CUT3DFS [5]	5.	Коррекция инструмента 3D, торцовое фрезерование с постоянной ориентацией инструмента независимо от активного фрейма	+	м		
CUT3DFF [5]	6.	Коррекция инструмента 3D, торцовое фрезерование с постоянной ориентацией инструмента в зависимости от активного фрейма	+	м		
CUT3DCC [5]	7.	Коррекция инструмента 3D, периферийное фрезерование с плоскостями раздела	+	м		
CUT3DCCD [5]	8.	Коррекция инструмента 3D, периферийное фрезерование с плоскостями раздела с дифференциальным инструментом	+	м		

Группа 23: контроль столкновения на внутренних контурах						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
CDOF	1.	Контроль столкновения ВЫКЛ	+	м	x	
CDON	2.	Контроль столкновения ВКЛ	+	м		
CDOF2	3.	Контроль столкновений ВЫКЛ (в настоящее время только для CUT3DC)	+	м		

Группа 24: предуправление						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
FFWOF	1.	Предуправление ВЫКЛ	+	м	x	
FFWON	2.	Предуправление ВКЛ	+	м		

Группа 25: исходная точка ориентации инструмента						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
ORIWKS [5]	1.	ориентация инструмента в системе координат детали (WCS)	+	м	x	
ORIMKS [5]	2.	ориентация инструмента в системе координат станка (MCS)	+	м		

Группа 26: точка повторного подвода для REPOS						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
RMB	1.	повторный подвод к начальной точке кадра	+	м		
RMI	2.	повторный подвод к точке прерывания	+	м	x	
RME	3.	повторный подвод к конечной точке кадра	+	м		
RMN	4.	повторный подвод к следующей точке траектории	+	м		

Группа 27: коррекция инструмента при изменении ориентации на наружных углах						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
ORIC [5]	1.	изменения ориентации на наружных углах накладываются на вставляемый круговой кадр	+	м	x	
ORID [5]	2.	изменения ориентации выполняются перед круговым кадром	+	м		

Группа 28: Ограничение рабочего поля						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
WALIMON	1.	Ограничение рабочего поля ВКЛ	+	м	x	
WALIMOF	2.	Ограничение рабочего поля ВЫКЛ	+	м		

Группа 29: программирование радиуса/диаметра						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
DIAMOF	1.	Действующее модально, спец. для канала программирование диаметра ВЫКЛ При выключении начинает действовать спец. для канала программирование радиуса.	+	м	x	
DIAMON	2.	Действующее модально, независимое спец. для канала программирование диаметра ВКЛ Действие не зависит от запрограммированного режима указания размера (G90/G91).	+	м		

DIAM90	3.	Действующее модально, зависимое спец. для канала программирование диаметра ВКЛ Действие зависит от запрограммированного режима указания размера (G90/G91).	+	м		
DIAMCYCOF	4.	Действующее модально, спец. для канала программирование диаметра при обработке цикла ВЫКЛ	+	м		

Группа 30: компрессор кадров ЧПУ						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
COMPOF [5]	1.	Компрессор кадров ЧПУ ВЫКЛ	+	м	x	
COMPON [5]	2.	Функция компрессора COMPON ВКЛ	+	м		
COMPCURV [5]	3.	Функция компрессора COMPCURV ВКЛ	+	м		
COMPCAD [5]	4.	Функция компрессора COMPCAD ВКЛ	+	м		

Группа 31: группа G-функций OEM						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G810 [5]	1.	G-функция OEM	-	м		
G811 [5]	2.	G-функция OEM	-	м		
G812 [5]	3.	G-функция OEM	-	м		
G813 [5]	4.	G-функция OEM	-	м		
G814 [5]	5.	G-функция OEM	-	м		
G815 [5]	6.	G-функция OEM	-	м		
G816 [5]	7.	G-функция OEM	-	м		
G817 [5]	8.	G-функция OEM	-	м		
G818 [5]	9.	G-функция OEM	-	м		
G819 [5]	10.	G-функция OEM	-	м		
Две группы G-функций зарезервированы для пользователя OEM. Тем самым он открывает программирование установленных им функций.						

Группа 32: группа G-функций OEM						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G820 [5]	1.	G-функция OEM	-	м		
G821 [5]	2.	G-функция OEM	-	м		
G822 [5]	3.	G-функция OEM	-	м		
G823 [5]	4.	G-функция OEM	-	м		
G824 [5]	5.	G-функция OEM	-	м		
G825 [5]	6.	G-функция OEM	-	м		

G826 [5]	7.	G-функция OEM	-	м		
G827 [5]	8.	G-функция OEM	-	м		
G828 [5]	9.	G-функция OEM	-	м		
G829 [5]	10.	G-функция OEM	-	м		
Две группы G-функций зарезервированы для пользователя OEM. Тем самым он открывает программирование установленных им функций.						

Группа 33: устанавливаемая точная коррекция инструмента						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
FTOCOF [5]	1.	действующая online точная коррекция инструмента ВЫКЛ	+	м	x	
FTOCON [5]	2.	действующая online точная коррекция инструмента ВКЛ	-	м		

Группа 34: сглаживание ориентации инструмента						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
OSOF [5]	1.	Сглаживание ориентации инструмента ВЫКЛ	+	м	x	
OSC [5]	2.	Постоянное сглаживание ориентации инструмента	+	м		
OSS [5]	3.	Сглаживание ориентации инструмента на конце кадра	+	м		
OSSE [5]	4.	Сглаживание ориентации инструмента на начале и конце кадра	+	м		
OSD [5]	5	Перешлифовка внутри кадра с задачей длины хода	+	м		
OST [5]	6	Перешлифовка внутри кадра с задачей углового допуска	+	м		

Группа 35: штамповка и вырубка						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
SPOF [5]	1.	Ход ВЫКЛ, штамповка,вырубка ВЫКЛ	+	м	x	
SON [5]	2.	Вырубка ВКЛ	+	м		
PON [5]	3.	Штамповка ВКЛ	+	м		
SONS [5]	4.	Вырубка ВКЛ в такте IPO	-	м		
PONS [5]	5.	Штамповка ВКЛ в такте IPO	-	м		

Группа 36: штамповка с задержкой						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
PDELAYON [5]	1.	Задержка при штамповке ВКЛ	+	м	x	
PDELAYOF [5]	2.	Задержка при штамповке ВЫКЛ	+	м		

Группа 37: профиль подачи						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
FNORM [5]	1.	обычная подача по DIN66025	+	м	x	
FLIN [5]	2.	подача изменяется линейно	+	м		
FCUB [5]	3.	подача изменяется по кубическому сплайну	+	м		

Группа 38: согласование быстрых входов/выходов для штамповки/вырубки						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
SPIF1 [5]	1.	Быстрые входы/выходы NCK для штамповки/ вырубки Байт 1	+	м	x	
SPIF2 [5]	2.	Быстрые входы/выходы NCK для штамповки/ вырубки Байт 2	+	м		

Группа 39: программируемая точность контура						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
CPRECOF	1.	Программируемая точность контура ВЫКЛ	+	м	x	
CPRECON	2.	Программируемая точность контура ВКЛ	+	м		

Группа 40: постоянная коррекция радиуса инструмента						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
CUTCONOF	1.	Постоянная коррекция радиуса инструмента ВЫКЛ	+	м	x	
CUTCONON	2.	Постоянная коррекция радиуса инструмента ВКЛ	+	м		

Группа 41: прерываемое резьбонарезание						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
LFOF	1.	Прерываемое резьбонарезание ВЫКЛ	+	м	x	
LFON	2.	Прерываемое резьбонарезание ВКЛ	+	м		

Группа 42: инструментальный суппорт						
Функция G	Nr. [1]	Значение	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	MH
TCOABS	1.	Определение компонентов длин инструмента из актуальной ориентации инструмента	+	м	x	
TCOFR	2.	Определить компоненты длин инструмента из ориентации активного фрейма	+	м		
TCOFRZ	3.	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Z	+	м		

TCOFRY	4.	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Y	+	м		
TCOFRX	5.	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении X		м		

Группа 43: направление подвода SAR						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G140	1.	Направление подвода SAR установлено через G41/G42	+	м	x	
G141	2.	Направление подвода SAR слева от контура	+	м		
G142	3.	Направление подвода SAR справа от контура	+	м		
G143	4.	Направление подвода SAR зависимое от касательных	+	м		

Группа 44: разделение пути SAR						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G340	1.	Пространственный кадр подвода, т.е. подача на глубину и подвод в плоскости в одном кадре	+	м	x	
G341	2.	Сначала подача в вертикальной оси (Z), потом подвод в плоскости	+	м		

Группа 45: соотношение траекторий осей FGROUP						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
SPATH	1.	Соотношение траекторий для осей FGROUP это длина дуги	+	м	x	
UPATH	2.	Соотношением траекторий для осей FGROUP является параметр кривой	+	м		

Группа 46: выбор плоскостей для быстрого отвода						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
LFTXT	1.	Плоскость определяется из касательной к траектории и актуальной ориентации инструмента	+	м	x	
LFWP	2.	Плоскость определяется через актуальную рабочую плоскость (G17/G18/G19)	+	м		
LFPOS	3.	Осевой отвод на позицию	+	м		

Группа 47: переключение режима для внешнего кода ЧПУ						
Функция G	**Nr.** [1]	**Значение**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**MH**
G290	1.	Активировать языковой режим SINUMERIK	+	м	x	
G291	2.	Активировать языковой режим ISO	+	м		

Группа 48: параметры подвода/отвода при коррекции радиуса инструмента						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G460	1.	Контроль столкновения для кадра подвода и отвода ВКЛ	+	м	x	
G461	2.	Продолжение граничного кадра дугой окружности, если нет точки пересечения в кадре КРИ	+	м		
G462	3.	Продолжение граничного кадра прямой, если нет точки пересечения в кадре КРИ	+	м		

Группа 49: позиционное движение						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CP	1.	Движение по траектории	+	м	x	
PTP	2.	Позиционное движение (движение синхронной оси)	+	м		
PTPG0	3.	Позиционное движение только для G0, в остальных случаях CP	+	м		

Группа 50: программирование ориентации						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIEULER	1.	Угол ориентации через эйлеров угол	+	м	x	
ORIRPY	2.	Угол ориентации через угол RPY (последовательность вращения XYZ)	+	м		
ORIVIRT1	3.	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 1)	+	м		
ORIVIRT2	4.	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 2)	+	м		
ORIAXPOS	5.	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации с позициями круговых осей	+	м		
ORIRPY2	6.	Угол ориентации через угол RPY (последовательность вращения ZYX)	+	м		

Группа 51: тип интерполяции программирования ориентации						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIVECT	1.	Большая круговая интерполяция (идентично ORIPLANE)	+	м	x	
ORIAXES	2.	Линейная интерполяция осей станка или осей ориентации	+	м		
ORIPATH	3.	Путь ориентации инструмента относительно траектории	+	м		
ORIPLANE	4.	Интерполяция в плоскости (идентична ORIVECT)	+	м		
ORICONCW	5.	Интерполяция на боковой поверхности конуса по часовой стрелке	+	м		

ORICONCCW	6.	Интерполяция на боковой поверхности конуса против часовой стрелки	+	м		
ORICONIO	7.	Интерполяция на боковой поверхности конуса с указанием промежуточной ориентации	+	м		
ORICONTO	8.	Интерполяция на боковой поверхности окружности с тангенциальным переходом	+	м		
ORICURVE	9.	Интерполяция с дополнительной пространственной кривой для ориентации	+	м		
ORIPATHS	10.	Ориентация инструмента относительно траектории, изгиб в характеристике ориентации сглаживается	+	м		

Группа 52: относящееся к детали вращение фрейма						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
PAROTOF	1.	Относящееся к детали вращение фрейма ВЫКЛ	+	м	x	
PAROT	2.	Относящееся к детали вращение фрейма ВКЛ Система координат детали точно устанавливается на детали.	+	м		

Группа 53: относящееся к инструменту вращение фрейма						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TOROTOF	1.	Относящееся к инструменту вращение фрейма ВЫКЛ	+	м	x	
TOROT	2.	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	м		
TOROTZ	3.	как TOROT	+	м		
TOROTY	4.	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	м		
TOROTX	5.	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	м		
TOFRAME	6.	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	м		
TOFRAMEZ	7.	как TOFRAME	+	м		
TOFRAMEY	8.	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	м		
TOFRAMEX	9.	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	м		

Группа 54: поворот вектора при программировании полинома						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIROTA	1.	Абсолютный поворот вектора	+	м	x	
ORIROTR	2.	Относительный поворот вектора	+	м		
ORIROTT	3.	Тангенциальный поворот вектора	+	м		
ORIROTC	4.	Тангенциальный вектор вращения к касательной к траектории	+	м		

Группа 55: движение ускоренным ходом с/без линейной интерполяции						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
RTLION	1.	Движение ускоренного хода с линейной интерполяцией ВКЛ	+	м	x	
RTLIOF	2.	Движение ускоренного хода с линейной интерполяцией ВЫКЛ Движение ускоренного хода выполняется с интерполяцией отдельной оси.	+	м		

Группа 56: учет износа инструмента						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TOWSTD	1.	Значение по умолчанию для коррекции по длине инструмента	+	м	x	
TOWMCS	2.	Значения износа в системе координат станка (MCS)	+	м		
TOWWCS	3.	Значения износа в системе координат детали (WCS)	+	м		
TOWBCS	4.	Значения износа в базовой кинематической системе (BKS)	+	м		
TOWTCS	5.	Значения износа в системе координат инструмента (исходная точка инструментального суппорта T на зажиме инструмента)	+	м		
TOWKCS	6.	Значения износа в системе координат инструментальной головки при кинематической трансформации (отличается от MCS вращением инструмента)	+	м		

Группа 57: замедление на углах						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
FENDNORM	1.	Замедление на углах ВЫКЛ	+	м	x	
G62	2.	Замедление на внутренних углах при активной коррекции радиуса инструмента (G41/ G42)	+	м		
G621	3.	Замедление на всех углах	+	м		

Группа 59: динамический режим для траекторной интерполяции						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
DYNNORM	1.	Обычная динамика как прежде	+	м	x	
DYNPOS	2.	Режим позиционирования, нарезание внутренней резьбы	+	м		
DYNROUGH	3.	Черновая обработка	+	м		
DYNSEMIFIN	4.	Чистовая обработка	+	м		
DYNFINISH	5.	Точная чистовая обработка	+	м		

Группа 60: Ограничение рабочего поля						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
WALCS0	1.	Ограничение рабочего поля WCS ВЫКЛ	+	м	x	
WALCS1	2.	Группа ограничений рабочего поля WCS 1 активна	+	м		
WALCS2	3.	Группа ограничений рабочего поля WCS 2 активна	+	м		
WALCS3	4	Группа ограничений рабочего поля WCS 3 активна	+	м		
WALCS4	5	Группа ограничений рабочего поля WCS 4 активна	+	м		
WALCS5	6	Группа ограничений рабочего поля WCS 5 активна	+	м		
WALCS6	7	Группа ограничений рабочего поля WCS 6 активна	+	м		
WALCS7	8	Группа ограничений рабочего поля WCS 7 активна	+	м		
WALCS8	9	Группа ограничений рабочего поля WCS 8 активна	+	м		
WALCS9	10	Группа ограничений рабочего поля WCS 9 активна	+	м		
WALCS10	11	Группа ограничений рабочего поля WCS 10 активна	+	м		

Группа 61: сглаживание ориентации инструмента						
Функция G	Nr. 1)	Значение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORISOF	1.	Сглаживание ориентации инструмента ВЫКЛ	+	м	x	
ORISON	2.	Сглаживание ориентации инструмента ВКЛ	+	м		

16.5 Предопределенные вызовы подпрограмм

1. Система координат					
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий-15-ый параметр	4-ый-16-ый параметр	Объяснение
PRESETON	AXIS*: Идентификатор оси Ось станка	REAL: смещение Preset G700/G7100 контекст	3.-15. параметры как 1 ...	4.-16. параметры как 2 ...	Установка фактического значения для запрограммированных осей. Программируются соответственно идентификатор оси и соответствующее значение в следующем параметре. С PRESETON могут программироваться смещения Preset для макс. 8-ми осей.
DRFOF					Удаление смещения DRF для всех согласованных с каналом осей

*) Вместо идентификаторов осей станка могут стоять идентификаторы геометрических или дополнительных осей, если возможно однозначное отображение.

2. Структуры осей			
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый-8-ой параметр	Объяснение	
FGROUP	Идентификатор оси канала	Переменная исходная точка значения F: определение осей, к которым относится подача по траектории. Макс. количество осей: 8 С помощью FGROUP ( ) без указания параметров активируется стандартная установка для исходной точки значения F.	
	1-ый-8-ой параметр	2-ой-9-ый параметр	Объяснение
SPLINEPATH	INT: соединение сплайнов (должно быть 1)	AXIS: идентификатор геометрической или дополнительной оси	Определение соединения сплайнов Макс. количество осей: 8
BRISKA	AXIS		Включение скачкообразного осевого ускорения для запрограммированных осей
SOFTA	AXIS		Включение осевого ускорения с ограничением рывка для запрограммированных осей
JERKA	AXIS		Установленная через машинные данные $MA_AX_JERK_ENABLE характеристика ускорения действует для запрограммированных осей.

3. Буксировка							
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр	4-ый параметр	5-ый параметр	6-ой параметр	Объяснение
TANG	AXIS: имя оси Ведомая ось	AXIS: ведущая ось 1	AXIS: ведущая ось 2	REAL: коэффициент связи	CHAR: Опция: "B": слежение в базовой кинематической системе "W": слежение в системе координат детали	CHAR Оптимизация: "S" стандартная"P" автоматическая, с ходом перешлифовки, угловым допуском	Подготовительный оператор для определения тангенциального слежения: из двух указанных ведущих осей определяется касательная для слежения. Коэффициент связи указывает связь между изменением угла касательной и отслеживаемой осью. Он, как правило, равен 1. Оптимизация: см. PGA
TANGON	AXIS: имя оси Ведомая ось	REAL: смещение Угол	REAL: ход перешлифовки	REAL: угловой допуск			Tangential follow up mode on: тангенциальное слежение вкл Пар. 3, 4 для TANG Пар. 6 = "P"
TANGOF	AXIS: имя оси Ведомая ось						Tangential follow up mode off: тангенциальное слежение выкл
TLIFT	AXIS: отслеживаемая ось	REAL: путь отвода	REAL: коэффициент				Tangential lift: тангенциальное слежение, останов на углу контура при необходимости с отводом оси вращения
TRAILON	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось	REAL: коэффициент связи				Trailing on: осевая синхронная буксировка вкл
TRAILOF	AXIS: Ведомая ось	AXIS: ведущая ось					Trailing off: осевая синхронная буксировка выкл

6. Окружная подача			
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	Объяснение
FPRAON	AXIS: ось, для которой включается окружная подача	AXIS: ось/шпиндель, запускающая окружную подачу. Если ось не запрограммирована, то окружная подача запускается мастер-шпинделем.	Feedrate per Revolution axial On: осевая окружная подача вкл
FPRAOF	AXIS: оси, для которых выключается окружная подача		Feedrate per Revolution axial Off: осевая окружная подача выкл Окружная подача может выключаться одновременно для нескольких осей. Может быть запрограммировано столько осей, сколько допускается на кадр.
FPR	AXIS: ось/шпиндель, запускающая окружную подачу. Если ось не запрограммирована, то окружная подача запускается мастер-шпинделем.		Feedrate per Revolution: выбор круговой оси/шпинделя, которая запускает окружную подачу траектории при G95. Если ось/шпиндель не запрограммирована, то окружная подача запускается мастер-шпинделем. Установка с помощью FPR действует модально.

Вместо оси может быть запрограммирован и шпиндель: FPR(S1) или FPR(SPI(1))

7. Трансформации			
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	Объяснение
TRACYL	REAL: рабочий диаметр	INT: номер трансфор-мации	Цилиндр: трансформация боковых поверхностей На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована. Если 2-ой параметр отсутствует, то активируется установленная через машинные данные структура трансформаций.
TRANSMIT	INT: номер трансформации		Transmit: полярная трансформация На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована. Если параметр отсутствует, то активируется установленная через машинные данные структура трансформаций.

TRAANG	REAL: угол	INT: номер трансфор-мации	Трансформация наклонной оси: На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована. Если 2-ой параметр отсутствует, то активируется установленная через машинные данные структура трансформаций. Если угол не программируется: TRAANG (,2) или TRAANG, то последний угол действует модально.
TRAORI	INT: номер трансформации		Transformation orientated: 4-х, 5-ти осевая трансформация На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована.
TRACON	INT: номер трансформации	REAL: прочие параметры зависят от машинных данных.	Transformation Concentrated: каскадированная трансформация, значение параметров зависит от типа каскадирования.
TRAFOOF			Отключить трансформацию

Для каждого типа трансформации имеется по одной команде для одной трансформации на канал. Если существует несколько трансформаций одного типа трансформации на канал, то с помощью соответствующей спараметрированной команды могут быть выбраны соответствующие трансформации. Отключение трансформации возможно через смену трансформации или явное отключение.

8. Шпиндель			
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр**	**2-ой параметр и другие**	**Объяснение**
SPCON	INT: номер шпинделя	INT: номер шпинделя	Spindle position control on: переключение в режим ориентации шпинделя
SPCOF	INT: Номер шпинделя	INT: номер шпинделя	Spindle position control off: переключение в режим управления числом оборотов шпинделя
SETMS	INT: номер шпинделя		Set master-spindle: объявление шпинделя мастер-шпинделем для актуального канала. С SETMS( ) без указания параметров начинает действовать предварительная установка через машинные данные.

9. Шлифование		
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр**	**Объяснение**
GWPSON	INT: номер шпинделя	Grinding wheel peripherical speed on: постоянная окружная скорость круга вкл Если номер шпинделя не программируется, то для шпинделя активного инструмента выбирается окружная скорость круга.
GWPSOF	INT: номер шпинделя	Grinding wheel peripherical speed off: постоянная окружная скорость круга выкл Если номер шпинделя не программируется, то для шпинделя активного инструмента отключается окружная скорость круга.

TMON	INT: номер шпинделя	Tool monitoring on: контроль инструмента вкл Если номер T не программируется, то включается контроль для активного инструмента.
TMOF	INT: номер T	Tool monitoring off: контроль инструмента выкл Если номер T не программируется, то выключается контроль для активного инструмента.

10. Обработка резаньем					
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**3-ий параметр**	**4-ый параметр**	**Объяснение**
CONTPRON	REAL [, 11]: таблица контуров	CHAR: метод обработки резаньем "L": продольная обточка: наружная обработка "P": поперечная обточка: наружная обработка "N": поперечная обточка: внутренняя обработка "G": Продольная обточка: внутренняя обработка	INT: кол-во поднутре-ний	INT: состояние вычисления: 0: как раньше 1: вычисление вперед и назад	Contour preparation on: включение эталонной подготовки. Вызываемые в дальнейшем программы контура или кадры ЧПУ разделяются на отдельные движения и сохраняются в таблице контуров. Количество поднутрений возвращается.
CONTDCON	REAL [, 6]: таблица контуров	INT: 0: в запрограмми-рованном направлении			Декодирование контура Кадры контура, закодированный строкой таблицы на кадр для экономии памяти, сохраняются в названной таблице.
EXECUTE	INT: состояние ошибки				EXECUTE: включение выполнения программы. Таким образом, осуществляется переключение из режима эталонной подготовки или после создания защищенной области к нормальной обработке программы.

11. Обработка таблицы		
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр**	**Объяснение**
EXECTAB	REAL [11]: элемент из таблицы движений	Execute table: выполнение элемента из таблицы движений.

12. Защищенные области						
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**3-ий параметр**	**4-ый параметр**	**5-ый параметр**	**Объяснение**
CPROTDEF	INT: номер защищенной области	BOOL: TRUE: ориентированная на инструмент защищенная область	INT: 0: 4. -ый И 5-ый параметры не обрабатываются 1: 4. -ый параметр обрабатывается 2: 5. -ый параметр обрабатывается 3: 4. -ый И 5-ый параметры обрабатываются	REAL: ограничение в плюсовом направлении	REAL: ограничение в минусовом направлении	Channel-specific protection area definition: определение спец. для канала защищ. области
NPROTDEF	INT: номер защищенной области	BOOL: TRUE: ориентированная на инструмент защищенная область	INT: 0: 4. -ый И 5-ый параметры не обрабатываются 1: 4. -ый параметр обрабатывается 2: 5. -ый параметр обрабатывается 3: 4. -ый И 5-ый параметры обрабатываются	REAL: ограничение в плюсовом направлении	REAL: ограничение в минусовом направлении	NCK-specific protection area definition: определение спец. для станка защищ. области

CPROT	INT: номер защищенной области	INT: опция 0: защищенная область выкл 1: предварительная активация защищенной области 2: защищенная область вкл 3: предварительно активировать защищенную область с условным остановом, только для активных защищенных областей	REAL: смещение защищенной области в 1-ой гео-оси	REAL: смещение защищенной области в 2-ой гео-оси	REAL: смещение защищенной области в 3-ей гео-оси	Вкл/выкл специфической для канала защищ. области
NPROT	INT: Номер защищенной области	INT: опция 0: защищенная область выкл 1: предварительная активация защищенной области 2: защищенная область вкл 3: предварительно активировать защищенную область с условным остановом, только для активных защищенных областей	REAL: смещение защищенной области в 1-ой гео-оси	REAL: смещение защищенной области в 2-ой гео-оси	REAL: смещение защищенной области в 3-ей гео-оси	Вкл/выкл специфической для станка защищ. области
EXECUTE	VAR INT: состояние ошибки	EXECUTE: включение выполнения программы. Таким образом, осуществляется переключение из режима эталонной подготовки или после создания защищенной области к нормальной обработке программы.				

13. Предварительная обработка/отдельный кадр		
STOPRE		Stop processing: остановка предварительной обработки до выполнения всех подготовленных кадров главного хода

14. Прерывания		
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	Объяснение
ENABLE	INT: номер входа прерываний	Включение прерывания: Обработчик прерываний, согласованный с аппаратным входом с указанным номером, активизируется. После оператора SETINT прерывание разрешено.
DISABLE	INT: номер входа прерываний	Выключение прерывания: Обработчик прерываний, согласованный с аппаратным входом с указанным номером, становится пассивным. Быстрый отвод также не осуществляется. Установленное с помощью SETINT согласование между аппаратным входом и обработчиком прерываний сохраняется и может снова быть активировано с помощью ENABLE.
CLRINT	INT: номер входа прерываний	Выбор прерывания: Удаление согласования обработчиков прерываний и атрибутов с входом прерываний. Таким образом, обработчик прерываний выключается. При возникновении прерывания реакция не следует.

15. Синхронизация движений		
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	Объяснение
CANCEL	INT: номер синхронного действия	Отмена модального синхронного действия движения с указанным ID

16. Определение функции					
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр	4-ый-7-ой параметр	Объяснение
FCTDEF	INT: номер функции	REAL: нижнее предельное значение	REAL: верхнее предельное значение	REAL: коэффициенты a0 – a3	Определение полинома. Он обрабатывается в SYNFCT или PUTFTOCF.

17. Коммуникация			
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	Объяснение
MMC	STRING: команда	CHAR: Режим квитирования** "N": без квитирования "S": синхронное квитирование "A": асинхронное квитирование	MMC-Command: команда на интерпретатор команд MMC для проектирования окон через программу ЧПУ **Литература:** Руководство по вводу в эксплуатацию "Базовое ПО и HMI sl"

**** Режим квитирования:**
Команды квитируются по требованию исполняющего компонента (канал, ЧПУ …).
Без квитирования: Обработка программы продолжается после отправки команды. Отправитель не уведомляется, если команда не может быть выполнена успешно.

18. Координация программы							
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**3-ий параметр**	**4-ый параметр**	**5-ый параметр**	**6-ой-8-ой параметр**	**Объяснение**
INIT #	INT: номер канала 1-10 **или** STRING: имя канала $MC_CHAN_NAME	STRING: указание пути	CHAR: режим квитирования**				Выбор блока для выполнения в канале. 1 : 1-ый канал; 2 : 2. -ой канал. Вместо номера канала возможно и определенное в $MC_CHAN_NAME имя канала.
START #	INT: номер канала 1-10 **или** STRING: имя канала $MC_CHAN_NAME						Запуск выбранных программ в нескольких каналах одновременно из текущей программы. Команда не действует для своего канала. 1 : 1-ый канал; 2 : 2. -ой канал или определенное в $MC_CHAN_NAME имя канала.
WAITE #	INT: **или** номер канала 1-10	STRING: имя канала $MC_CHAN_NAME					Wait for end of program: ожидание завершения программы в другом канале (как номер или имя).
WAITM #	INT: номер метки 0-9	INT: номер канала 1-10 **или** STRING: имя канала $MC_CHAN_NAME					Wait: ожидание достижения метки в других каналах. Ожидание до достижения в другом канале WAITM с соответствующей меткой. Может быть указан и номер своего канала.
WAITMC #	INT: номер метки 0-9	INT: номер канала 1-10 **или** STRING: имя канала $MC_CHAN_NAME					Wait: условное ожидание достижения метки в других каналах. Ожидание до достижения в другом канале WAITM с соответствующей меткой. Точный останов только если другие каналы еще не достигли метки
WAITP	AXIS: идентификатор оси	AXIS: идентификатор оси	AXIS: идентификатор оси	AXIS: идентификатор оси	AXIS: идентификатор оси	AXIS: идентификатор оси	Wait for positioning axis: ожидание достижения позиционирующими осями их запрограммированной конечной точки.

WAITS	INT: номер шпинделя	INT: номер шпинделя	INT: номер шпинделя	INT: номер шпинделя	INT: номер шпин-деля		Wait for positioning spindle: ожидание достижения запрограммированными шпинделями, которые были прежде запрограммированы со SPOSA, их запрограммированной конечной точки.
RET							Конец подпрограммы без вывода функции на PLC
GET #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Присвоение значения оси станка
GETD#	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Прямое присвоение значения оси станка
RELEASE #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Разрешение оси станка
PUTFTOC #	REAL: значение коррекции	INT: номер параметра	INT: номер канала **или** STRING: имя канала $MC_CHAN _NAME	INT: номер шпинделя			Put fine tool correction: точная коррекция инструмента
PUTFTOCF #	INT: Nr. функции Для FCTDEF указать исполь-зуемый здесь номер.	VAR REAL: исходное значение *)	INT: номер параметра	INT: номер канала 1-10 **или** STRING: имя канала $MC_CHAN _NAME	INT: номер шпин-деля		Put fine tool correction function dependant: Изменение коррекции инструмента Online в зависимости от установленной с помощью FCTDEF функции (полином макс. 3-его порядка).

Вместо оси с помощью функции SPI может быть соответственно запрограммирован шпиндель: GET(SPI(1))

#) Кодовое слово не действует для NCU571.

**** Режим квитирования:**

Команды квитируются по требованию исполняющего компонента (канал, ЧПУ …).

Без квитирования: Обработка программы продолжается после отправки команды. Отправитель не уведомляется, если команда не может быть выполнена успешно.
Режим квитирования "N" или "n".
Синхронное квитирование: Выполнение программы приостанавливается до тех пор, пока принимающий компонент не подтвердит команду. При положительном квитировании выполняется следующая команда.
При **отрицательном квитировании** выводится ошибка.
Режим квитирования "S", "s" или опустить.

Для некоторых команд параметры квитирования установлены, для других – могут программироваться.
Параметры квитирования для команд координации программы всегда являются синхронными.
Если указание режима квитирования отсутствует, то осуществляется синхронное квитирование.

19. Доступ к данным		
Кодовое слово / идентификатор подпрогр.	**1-ый параметр**	**Объяснение**
CHANDATA	INT: номер канала	Установка номера канала для доступа к данным канала (допускается только в блоке инициализации); последующие обращения относятся к установленному с помощью CHANDATA каналу.

20. Сообщения			
Кодовое слово / идентификатор подпрогр.	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**Объяснение**
MSG	STRING: СТРОКА СИМВОЛОВ: сообщение	INT: параметр вызова режима управления траекторией	Message modal: индикация до появления следующего сообщения Если программируется 2-ой параметр = 1, к примеру, MSG(текст, 1), то сообщение и в режиме управления траекторией выводится как исполняемый кадр.

22. Ошибки			
Кодовое слово / идентификатор подпрогр.	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**Объяснение**
SETAL	INT: номер ошибки (ошибки циклов)	STRING: строка символов	Set alarm: установить ошибку К номеру ошибки дополнительно может быть указана строка символов с макс. 4 параметрами. Доступны следующие предопределенные параметры: %1 = номер канала %2 = номер кадра, метка %3 = индекс текста для ошибок циклов %4 = дополнительный параметр ошибки

23. Компенсация			
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	**1-ый параметр-4-ый параметр**		**Объяснение**
QECLRNON	AXIS: номер оси		Quadrant error compensation learning on: включение обучения компенсации квадрантных ошибок
QECLRNOF			Quadrant error compensation learning off: выключение обучения компенсации квадрантных ошибок

24. Управление инструментом					
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр		Объяснение
DELT	STRING [32]: идентификатор инструмента	INT: номер гнезда			Удалить инструмент. Номер гнезда может не указываться.
GETSELT	VAR INT: номер T (возвращаемое значение)	INT: номер шпинделя			Вывести предварительно выбранный номер T. Без указания номера шпинделя команда относится к мастер-шпинделю.
SETPIECE	INT: количество штук	INT: номер шпинделя			Учитывать количество штук для всех инструментов, которые согласованы со шпинделем. Если номер шпинделя отсутствует, то команда относится к мастер-шпинделю.
SETDNO	INT: номер инструмента T	INT: номер резцов	INT: D-Nr.		Повторная установка D-Nr. инструмента (T) и его резца
DZERO					Установка недействительными D-Nr. всех инструментов согласованного с каналом блока TO
DELDL	INT: номер инструмента T	INT: D-Nr.			Удаление всех суммарных коррекций резца (или инструмента, если D не указывается)
SETMTH	INT: № инструментального суппорта				Установка Nr. инструментального суппорта
POSM	INT: номер места, на которое должно осуществляться позиционирование	INT: номер магазина, который должен двигаться	INT: номер места во внутреннем магазине	INT: номер магазина внутр. магазина	Позиционирование магазина
SETTIA	VAR INT: состояние=результат операции (возвращаемое значение)	INT: номер магазина	INT: номер структуры износа		Деактивация инструмента из структуры износа
SETTA	VAR INT: состояние=результат операции (возвращаемое значение)	INT: номер магазина	INT: номер структуры износа		Активация инструмента из структуры износа
RESETMON	VAR INT: состояние=результат операции (возвращаемое значение)	INT: внутренний T-Nr.	INT: D-Nr. инструмента		Установка фактического значения инструмента на заданное значение

25. Синхронный шпиндель							
Кодовое слово / идентификатор подпрогр.	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр	4-ый параметр	5-ый параметр Параметры смены кадра	6-ой параметр	Объяснение
COUPDEF	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)	REAL: числитель передаточное число (FA) или (FS)	REAL: знаменатель передаточное число (LA) или (LS)	STRING[8]: параметры смены кадра: "NOC": нет управления сменой кадра, смена кадра разрешается сразу же, "FINE": смена кадра при "Синхронный ход точный", "COARSE": смена кадра при "Синхронный ход грубый" и "IPOSTOP": смена кадра при завершении наложенного движения со стороны заданного значения. Если параметры смены кадра не указываются, то изменение установленных параметров не происходит.	STRING [2]: "DV": соединение по заданному значению "AV": соединение по фактическому значению	Couple definition: определение структуры синхронных шпинделей
COUPDEL	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)					Couple delete: удаление структуры синхронных шпинделей
COUPOF	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)			Смена кадра разрешается сразу же.		Макс. быстрое отключение синхронного режима.
COUPOF	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)	REAL: POS_{FS}		Смена кадра разрешается только после перехода через позицию отключения.		Отключение синхронного режима после перехода через позицию отключения POS_{FS}

COUPOF	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)	REAL: POS_{FS}	REAL: POS_{LS}	Смена кадра разрешается только после перехода через обе запрограммированные позиции. Диапазон POS_{FS}, POS_{LS}: 0 ... 359,999 градусов.		Отключение синхронного режима после перехода через обе позиции отключения POS_{FS} и POS_{LS} .
COUPOFS	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)			Макс. быстрая смена кадра с мгновенной сменой кадра.		Отключение соединения с остановом ведомого шпинделя
COUPOFS	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)	REAL: POS_{FS}		После перехода через позицию отключения ведомой оси, относящейся к системе координат станка, смена кадра разрешается только после перехода через позиции отключения POS_{FS} . Диапазон значения 0 ... 359,999 градусов.		Отключение только после перехода через запрограмм ированную позицию отключения ведомой оси.
COUPON	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)			Смена кадра разрешается сразу же.		Макс. быстрое включение синхронного режима с любой угловой корреляцие й между ведущим и ведомым шпинделем

COUPON	AXIS: ведомая ось или ведомый шпинель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)	REAL:POS_{FS}		Смена кадра разрешается согласно определенной установке. Диапазон POS_{FS}: 0 ... 359,999 градусов.		Включение при определенном угловом смещении POS_{FS} между FS и LS. Оно относится к позиции ноль градусов ведущего шпинделя в положительном направл. вращения
COUPONC	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)	Программирование позиции смещения невозможно.				Включение при получении предшествующего программирования M3 S.. или M4 S... Дифф. частота вращения применяется сразу же.
COUPRES	AXIS: ведомая ось или ведомый шпиндель (FS)	AXIS: ведущая ось или ведущий шпиндель (LS)					Couple reset: сброс структуры синхронных шпинделей. Запрограммированные значения становятся недействительн.. Действуют значения MD.

Для синхронного шпинделя программирование осевых параметров осуществляется с SPI(1) или S1.

26. Структурные операторы в Stepeditor (программная поддержка на базе редактора)					
Кодовое слово / идентификатор подпрограммы	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр		Объяснение
SEFORM	STRING [128]: имя сегмента	INT: уровень	STRING [128]: иконка		Актуальное имя сегмента для Stepeditor

Кодовое слово / идентифи-катор подпрогр.	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр	4-ый параметр	Объяснение
COUPON	AXIS: Ведомая ось	AXIS: Ведущая ось	REAL: позиции включения ведомой оси		Couple on: включение структуры электронного редуктора/ синхронной шпиндельной пары. Если позиции включения не указываются, то соединение осуществляется с макс. возможной скоростью (рампа). Если позиция включения для ведомой оси/шпинделя указана, то она относится абсолютно или инкрементально к ведущей оси/ шпинделю. Только если указывается 3-ий параметр, должны быть запрограммированы и параметры 4 и 5.
COUPOF	AXIS: Ведомая ось	AXIS: Ведущая ось	REAL: позиция выключ. ведомой оси (абсолют-ная)	REAL: позиция выключ. ведущей оси (абсолют-ная)	Couple off: выключение структуры электронного редуктора/синхронной шпиндельной пары. Параметры соединения сохраняются. Если позиции указываются, то связь разрывается только после того, как пройдены все указанные позиции. Ведомый шпиндель продолжает вращаться с последним числом оборотов перед выключением соединения.
WAITC	AXIS: ось/ шпиндель	STRING[8]: критерий смены кадра	AXIS: ось/ шпиндель	STRING[8]: критерий смены кадра	Wait for couple condition: ожидать выполнения критерия смены кадра соединения для осей/шпинделей. Может быть запрограммировано до 2 осей/ шпинделей. Критерий смены кадра: "NOC": нет управления сменой кадра, смена кадра разрешается сразу же, "FINE": смена кадра при "Синхронный ход точный", "COARSE": смена кадра при "Синхронный ход грубый" и "IPOSTOP": смена кадра при завершении наложенного движения со стороны заданного значения. Если параметры смены кадра не указываются, то установленные параметры не изменяются.
AXCTSWE	AXIS: ось/ шпиндель				Последовательное включение оси контейнера

16.6 Предопределенные вызовы подпрограмм в синхронных действиях движения

27. Синхронные процедуры				
Кодовое слово/ идентифи-катор функции	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр до 5-ый параметр	Объяснение
STOPREOF				Stop preparation off: отмена останова предварительной обработки Синхронное действие с командой STOPREOF вызывает остановку предварительной обработки после следующего кадра вывода (= кадр на главный ход). Остановка предварительной обработки отменяется с завершением кадра вывода или при выполнении условия STOPREOF. Все операторы синхронного действия с командой STOPREOF после этого считаются обработанными.
RDISABLE				Read in disable: блокировка загрузки
DELDTG	AXIS: ось для осевого стирания остатка пути (опция). Если ось отсутствует, то запускается стирание остатка пути для хода траектории			Delete distance to go: стирание остатка пути Синхронное действие с командой DELDTG вызывает остановку предварительной обработки после следующего кадра вывода (= кадр на главный ход). Остановка предварительной обработки отменяется с завершением кадра вывода или при выполнении первого условия DELDTG. В $AA_DELT[<ось>] можно найти осевое удаление от заданной точки при осевом стирании остатка пути, в $AC_DELT – остаточный ход траектории.
SYNFCT	INT: номер функции полинома, определенной с помощью FCTDEF	VAR REAL: переменная результата *)	VAR REAL: переменная результата *)	Если выполнено условие в синхронном действии движения, то обрабатывается определенный через первое выражение полином на входной переменной. После этого значение получает верхнее и нижнее ограничение и присваивается переменной результата.
FTOC	INT: номер функции полинома, определенной с помощью FCTDEF	VAR REAL: переменная результата *)	INT: длина 1,2,3 INT: номер канала INT: номер шпинделя	Изменение точной коррекции инструмента в зависимости от определенной с FCTDEF функции (полином макс. 3-его порядка). При FCTDEF необходимо указать используемый здесь номер.

*) В качестве переменных результата допускаются только специальные системные переменные. Они описаны в руководстве по программированию "Расширенное программирование" под термином "Запись переменных главного хода".

**) В качестве входных переменных допускаются только специальные системные переменные. Они описаны в руководстве по программированию "Расширенное программирование" в списке системных переменных.

16.7 Предопределенные функции

Предопределенные функции

Через вызов функции запускается выполнение предопределенной функции. Вызовы функций возвращают значение. Они могут стоять как операнды в выражении.

1. Система координат						
Кодовое слово/ идентифи-катор функции	**Результат**	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**			**Объяснение**
CTRANS	FRAME	AXIS	REAL: смещение	3. - 15. параметры как 1 ...	4. - 16. параметры как 2 ...	Translation: смещение нулевой точки для нескольких осей. Программируется идентификатор оси и соответств. значение в следующем параметре. С CTRANS можно запрограм-мировать смещения макс. для 8 осей.
CROT	FRAME	AXIS	REAL: вращение	3./5. параметры как 1 ...	4./6. параметры как 2 ...	Rotation: вращение актуальной системы координат. Максимальное число параметров: 6 (по одному идентифи-катору оси и значению на геометрич. ось).
CSCALE	FRAME	AXIS	REAL: коэффициент масштабиро-вания	3. - 15. параметры как 1 ...	4. - 16. параметры как 2 ...	Scale: коэффициент масштабирования для нескольких осей. Максимальное кол-во параметров равно 2* макс. кол-во осей (соответственно идентификатор оси и значение). Программируются соответственно идентификатор оси и соответствующее значение в следующем параметре. С CSCALE могут программироваться коэффициенты масштабирования для макс. 8-ми осей.

CMIRROR	FRAME	AXIS	2. - 8. параметры как 1 ...			Mirror: отражение на оси координат
MEAFRAME	FRAME	2-мерное поле REAL	2-мерное поле REAL	3. -ий параметр: перем. REAL		Вычисление фрейма из 3-х точек измерения в пространстве

Функции фреймов CTRANS, CSCALE, CROT и CMIRROR служат для создания фрейм-выражений.

2. Геометрические функции					
Кодовое слово/ идентифи-катор функции	**Результат**	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**3-ий параметр**	**Объяснение**
CALCDAT	BOOL: состояние ошибки	VAR REAL [,2]: таблица с точками ввода (соот. абсцисса и ордината для 1-ой, 2-ой, 3-ей и т.д. точки)	INT: кол-во точек ввода для вычисления (3 или 4)	VAR REAL [3]: результат: абсцисса, ордината и радиус вычисленного центра окружности	CALCDAT: Calculate circle data Вычисляет радиус и центр окружности из 3 или 4 точек (согласно параметру 1), которые должны лежать на окружности. Точки должны быть различными.

Идентифи-катор	**Результат**	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**3-ий параметр**	**4-ый параметр**	**5-ый параметр**	**6-ой параметр**
CALCPOSI	INT: состояние 0 OK -1 DLIMIT отр. -2 трансф. не опр. 1 лимит ПО 2 раб. поле 3 защ. обл. Дальше см. PGA	REAL: исходная позиция в WCS [0] абсцисса [1] ордината [2] аппликата	REAL: инкремент. Заданное перемеще-ние [0] абсцисса [1] ордината [2] аппликата относительно исходной позиции	REAL: соблюдае-мые мин. расстояния от границ [0] абсцисса [1] ордината [2] аппликата [3] лин. станок Ось [4] круг. ось	REAL: **Возвращаемо е значение** Возможный инкр. путь, если путь из параметра 3 не может быть пройден полностью без нарушения границ	BOOL: 0: обработка кода G группы 13 (дюймовы й/метр.) 1: отношение к базовой системе СЧПУ, незави-симо от активного кода G группы 13	двоичная кодировка контроли-ровать 1 лимит ПО 2 рабочее поле 4 активная защищ. область 8 пред. актив. защищ. область
	Объяснение: CALCPOSI	С CALCPOSI можно проверить, могут ли, исходя из заданной стартовой точки, геометрические оси пройти заданный путь без нарушения границ осей (программные ограничения), ограничений рабочего поля или защищенных областей. В том случае, если заданный путь не может быть пройден без нарушений, то возвращается макс. допустимое значение.					

INTERSEC	BOOL: состояние ошибки	VAR REAL [11]: первый элемент контура	VAR REAL [11]: второй элемент контура	VAR REAL [2]: результиру-ющий вектор: координата точки пересечения, абсцисса и ордината	Intersection: вычисление точки пересечения Вычисляется точка пересеч. между двумя элементами контура. Координаты точки пересечения являются возвращаемыми значениями. Состояние ошибки показывает, была ли найдена точка пересечения.

3. Функции осей				
	Результат	1-ый параметр	2-ой параметр	Объяснение
AXNAME	AXIS: идентифи-катор оси	STRING [ ]: входная строка		AXNAME: Get axname Преобразует входную строку в идентификатор оси. Если входная строка не содержит действительных имен осей, то устанавливается ошибка.
AXTOSPI	INT: номер шпинделя	AXIS: идентифи-катор оси		AXTOSPI: Convert axis to spindle Преобразует идентификатор оси в номер шпинделя. Если передаваемый параметр не содержит действительного идентификатора оси, то устанавливается ошибка.
SPI	AXIS: идентифи-катор оси	INT: номер шпинделя		SPI: Convert spindle to axis Преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Если передаваемый параметр не содержит действительного номера шпинделя, то устанавливается ошибка.
ISAXIS	BOOL TRUE: ось имеется: в ином случае: FALSE	INT: номер гео-оси (1 до 3)		Проверить, имеются ли указанные как параметры геометрические оси 1 до 3 в соответствии с машинными данными $MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB.
AXSTRING	STRING	AXIS		Преобразование идентификатора оси в строку

4. Управление инструментом				
	Результат	1-ый параметр	2-ой параметр	Объяснение
NEWT	INT: номер T	STRING [32]: имя инструмента	INT: номер гнезда	Создание нового инструмента (предоставление данных инструмента). Номер гнезда может отсутствовать.
GETT	INT: номер T	STRING [32]: имя инструмента	INT: номер гнезда	Определение номера T к имени инструмента
GETACTT	INT: состояние	INT: номер T	STRING [32]: имя инструмента	Определение активного инструмента из группы инструментов с одинаковым именем
TOOLENV	INT: состояние	STRING: имя		Сохранение инструментального окружения в SRAM с указанным именем

DELTOOLENV	INT: состояние	STRING: имя		Удаление инструментального окружения в SRAM с указанным именем Все инструментальные окружения, если имя не указано.
GETTENV	INT: состояние	STRING: имя	INT: номер [0] номер [1] номер [2]	Чтение: номера T, номера D, номера DL из инструментального окружения с указанным именем

	Результ.	1-ый пар.	2-ой пар.	3-ий пар.	4-ый пар.	5-ый пар.	6-ой пар.	Объяснение
GETTCOR	INT: состо-яние	REAL: длина [11]	STRING: компо-ненты: система коорди-нат	STRING: инстру-мен-тальное окру-жение/ " "	INT: внутр. номер T	INT: номер D	INT: номер DL	Чтение длин инструмента и компонентов длин инструмента из инструментального окружения или актуального окружения Подробности: См. /FB1/ Описание функций "Основные функции"; (W1)

	Результ.	1-ый пар.	2-ой пар.	3-ий пар.	4-ый пар.	5-ый пар.	6-ой пар.	7-ой пар.	8-ой пар.	9-ый пар.
SETTCOR	INT: состо-яние	REAL: корр. вектор [0-3]	STRING: компо-нент(ы)	INT: корр. компо-нент(ы)	INT: тип опера-ции записи	INT: индекс гео-оси	STRING: имя инстру-ментал-ного окру-жения	INT: внутр. номер T	INT: номер D	INT: номер DL
Объяс-нение	Изменение компонентов инструмента с учетом всех граничных условий, входящих в нормирование отдельных компонентов. Подробности: См. Описание функций "Основные функции"; (W1)									

	Результат	1-ый параметр	2-ой параметр	3-ий параметр	Объяснение
LENTOAX	INT: состояние	INT: индекс оси [0-2]	REAL: L1, L2, L3 для абсциссы, ординаты, аппликаты [3], [3] матрица	STRING: система координат для согласования	Функция дает информацию о согласовании длин инструмента L1, L2, L3 активного инструмента с абсциссой, ординатой, аппликатой. Управление согласованием с геометрическими осями управляется через фреймы и активную плоскость (G17 -G19). Подробности: См. Описание функций "Основные функции"; (W1)

5. Арифметика					
	Результат	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**Объяснение**	
SIN	REAL	REAL		Синус	
ASIN	REAL	REAL		Арксинус	
COS	REAL	REAL		Косинус	
ACOS	REAL	REAL		Арккосинус	
TAN	REAL	REAL		Тангенс	
ATAN2	REAL	REAL	REAL	Арктангенс 2	
SQRT	REAL	REAL		Квадратный корень	
ABS	REAL	REAL		Образовать абсолютное значение	
POT	REAL	REAL		Квадрат	
TRUNC	REAL	REAL		Отсечение мест после запятой	
ROUND	REAL	REAL		Округление мест после запятой	
LN	REAL	REAL		Натуральный логарифм	
EXP	REAL	REAL		Показательная функция ex	
MINVAL	REAL	REAL	REAL	Определяет меньшее значение двух переменных	
MAXVAL	REAL	REAL	REAL	Определяет большее значение двух переменных	
	Результат	**1-ый параметр**	**2-ой параметр**	**3-ий параметр**	**Объяснение**
BOUND	REAL: состояние проверки	REAL: мин. граница	REAL: макс. граница	REAL: проверочная переменная	Проверяет, лежит ли значение переменной внутри определенного диапазона значений мин./макс.
Объяснение	Арифметические функции могут быть запрограммированы и в синхронных действиях. Тогда вычисление и обработка этих арифметических функций осуществляется при главном ходе. Для вычислений и как буфер может использоваться и параметр синхронных действий $AC_PARAM[n].				

6. Строковые функции				
	Результат	1-ый параметр	2-ой параметр до 3-ий параметр	Объяснение
ISNUMBER	BOOL	STRING		Проверить, может ли входная строка быть преобразована в число. Результат TRUE, если преобразование возможно.
ISVAR	BOOL	STRING		Проверить, содержит ли передаваемый параметр известную в ЧПУ переменную. (машинные данные, установочные данные, системные переменные, общие переменные, к примеру, GUD Результат TRUE, если в соответствии с (STRING) передаваемые параметром все из следующих проверок заканчиваются с положительным результатом: - имеется идентификатор - речь идет об одно- или двухмерном поле - индекс массива разрешен Для осевых переменных в качестве индекса принимаются имена осей, но без подробной проверки.
NUMBER	REAL	STRING		Преобразование входной строки в число
TOUPPER	STRING	STRING		Преобразование всех букв входной строки в прописные
TOLOWER	STRING	STRING		Преобразование всех букв входной строки в строчные
STRLEN	INT	STRING		Результатом является длина входной строки до конца строки (0)
INDEX	INT	STRING	CHAR	Поиск символа (2-ой параметр) во входной строке (1-ый параметр). Возвращается место, где символ был найден в первый раз. Поиск выполняется слева направо. 1-ый символ строки имеет индекс 0.
RINDEX	INT	STRING	CHAR	Поиск символа (2-ой параметр) во входной строке (1-ый параметр). Возвращается место, где символ был найден в первый раз. Поиск выполняется справа налево. 1-ый символ строки имеет индекс 0.
MINDEX	INT	STRING	STRING	Поиск одного из указанных во 2-ом параметре символов во входной строке (1-ый параметр). Возвращается место, где был найден один из символов. Поиск осуществляется слева направо. 1-ый символ входной строки имеет индекс 0.

SUBSTR	STRING	STRING	INT	Возвращает описанную через начало (2-ой параметр) и количество символов (3-ий параметр) часть входной строки (1-ый параметр). Пример: SUBSTR("QUITTUNG:10 до 99", 10, 2) выводит часть строки "10".
SPRINT	STRING	STRING		Возвращает отформатированную входную строку (1-ый параметр).

16.8 Текущий язык в HMI

Следующая таблица содержит все доступные на интерфейсе языки.

Текущий установленный язык может быть запрошен в программе обработки детали или в синхронных действиях через следующую системную переменную:

$AN_LANGUAGE_ON_HMI = <значение>

<значение>	Язык	Краткое обозначение
1	Немецкий (Германия)	DEU
2	Французский	FRA
3	Английский (Соединенное королевство)	ENG
4	Испанский	ESP
6	Итальянский	ITA
7	Голландский	NLD
8	Китайский (упрощенный)	CHS
9	Шведский	SVE
18	Венгерский	HUN
19	Финский	FIN
28	Чешский	CSY
50	Португальский (бразильский)	PTB
53	Польский	PLK
55	Датский	DAN
57	Русский	RUS
68	Словацкий	SKY
72	Румынский	ROM
80	Китайский (традиционный)	CHT
85	Корейский	KOR
87	Японский	JPN
89	Турецкий	TRK

Примечание

Актуализация $AN_LANGUAGE_ON_HMI выполняется:

- после запуска системы.
- после NCK- и/или PLC-Reset.
- после переключения на другое NCK в рамках M2N.
- после переключения языка на HMI.

Приложение A

A.1 Список сокращений

A	Выход
AS	Система автоматизации
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: американский стандарт кода для передачи информации
ASIC	Application Specific Integrated Circuit: схема пользователя
ASUP	Асинхронная подпрограмма
AV	Расширенное программирование
AWL	Список операторов
BA	Режим работы
BAG	Группа режимов работы (ГРР)
BB	Готов к работе
BuB, B&B	Управление и наблюдение
BCD	Binary Coded Decimals: закодированные двоичным кодом десятичные числа
BHG	Ручной пульт управления (РПУ)
BIN	Двоичные файлы (**Bin**ary Files)
BIOS	Basic Input Output System
BKS	Базовая кинематическая система
BOF	Интерфейс управления
BT	Пульт управления
BTSS	Интерфейс пульта оператора
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CNC	Computerized Numerical Control: компьютерное числовое программное управление
COM	Communication
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: центральный процессор
CR	Carriage Return
CRT	Cathode Ray Tube: кинескоп
CSB	Central Service Board: модуль PLC
CTS	Clear To Send: сообщение о готовности к передаче для последовательных интерфейсов данных
CUTCOM	Cutter radius compensation: коррекция радиуса инструмента
DAU	цифрово-аналоговый преобразователь
DB	Блок данных в PLC
DBB	Байт блока данных в PLC
DBW	Слово блока данных в PLC

DBX	Бит блока данных в PLC
DC	Direct Control: движение круговой оси по кратчайшему пути на абсолютную позицию в пределах одного оборота
DCD	Carrier Detect
DDE	Dynamic Data Exchange
DEE	ООД
DIN	Немецкий промышленный стандарт
DIO	Data Input/Output: индикация передачи данных
DIR	Directory: директория
DLL	Dynamic Link Library
DOE	Устройство передачи данных
DOS	Disk Operating System
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual-Port-RAM
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DRF	Differential Resolver Function: функция дифференциального преобразования координат (маховичок)
DRY	Dry Run: подача пробного хода
DSB	Decoding Single Block: отдельный кадр декодирования
DW	Слово данных
E	Вход
I/O	Ввод/вывод
EIA-Code	Специальный код перфоленты, количество отверстий на символ всегда нечетное
ENC	Encoder: датчик фактического значения
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory (стираемая, электрически-программируемая память чтения)
ERROR	Error from printer
FB	Функциональный блок
FBS	Плоский дисплей
FC	Function Call: функциональный блок в PLC
FDB	База данных промышленных изделий
FDD	Floppy Disk Drive
FEPROM	Flash-EPROM: память для чтения и записи
FIFO	First In First Out: память, работающая без указания адреса, данные которой считываются в последовательности их сохранения.
FIPO	Точный интерполятор
FM	Функциональный модуль
FPU	Floating Point Unit: блок вычислений (в режиме) с плавающей точкой
FRA	Фрейм-блок
FRAME	Блок данных (рамка)
FRK	Коррекция радиуса фрезы
FST	Feed Stop: остановка подачи

FUP	Функциональный план (метод программирования для PLC)
GP	Главная программа
GUD	Global User Data: глобальные данные пользователя
HD	Hard Disk: жесткий диск
HEX	сокращение для шестнадцатеричного числа
HiFu	Вспомогательная функция
HMI	Human Machine Interface: функция управления SINUMERIK для управления, программирования и симуляции.
HMS	Измерительная система с высоким разрешением
HSA	Привод главного движения
HW	Аппаратное обеспечение
IBN	Ввод в эксплуатацию
IF	Разрешение импульсов приводного модуля
IK (GD)	Не явная коммуникация (глобальные данные)
IKA	Interpolative Compensation: интерполяционная компенсация
IM	Interface-Modul: модуль подключения
IMR	Interface-Modul Receive: модуль подключения для режима приема
IMS	Interface-Modul Send: модуль подключения для режима передачи
INC	Increment: размер шага
INI	Initializing Data: данные инициализации
IPO	Интерполятор
ISA	International Standard Architecture
ISO	International Standard Organization
ISO-Code	Специальный код перфоленты, количество отверстий на символ всегда четное
JOG	Jogging: отладочный режим
K1 .. K4	Канал 1 до канал 4
K-Bus	Коммуникационная шина
KD	Вращение координат
KOP	РКС (метод программирования для PLC)
K_v	Коэффициент усиления контура
$K_Ü$	Передаточное отношение
LCD	Liquid-Crystal Display: индикация на жидких кристаллах
LED	Light-Emitting Diode: светодиодная индикация
LF	Line Feed
LMS	Система измерения положения
LR	Регулятор положения
LUD	Local User Data
MB	Мегабайт
MD	Машинные данные
MDA	Manual Data Automatic: ручной ввод
MK	Измерительная цепь
MCS	Система координат станка

MLFB	Считываемое машиной обозначение промышленного изделия
MPF	Main Program File: программа обработки деталей ЧПУ (главная программа)
MPI	Multi Port Interface: многопортовый интерфейс
MS-	Microsoft (производитель ПО)
MSTT	Станочный пульт
ЧПУ	Numerical Control: числовое программное управление
NCK	Numerical Control Kernel: ядро ЧПУ с подготовкой кадра, диапазоном перемещения и т.п.
NCU	Numerical Control Unit: блок аппаратного обеспечения NCK
NRK	Обозначение операционной системы NCK
NST	Интерфейсный сигнал
NURBS	Non-Uniform Rational B-Spline
NV	Смещение нулевой точки
OB	Организационный модуль в PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: панель оператора
OPI	Operation Panel Interface: подключение панели оператора
OPT	Options: опции
OSI	Open Systems Interconnection: нормирование для коммуникации процессоров
P-Bus	Периферийная шина
PC	Personal Computer
PCIN	Имя программного обеспечения для обмена данными с СЧПУ
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association: стандартизация карт памяти
PCU	PC Unit: PC-Box (блок ВУ)
PG	Программатор
PLC	Programmable Logic Control: контроллер
POS	Позиционирование
RAM	Random Access Memory: оперативная память
REF	Функция движения к референтной точке
REPOS	Функция репозиционирования
RISC	Reduced Instruction Set Computer: тип процессора с небольшим набором команд и быстрым прохождением команд
ROV	Rapid Override: входная коррекция
RPA	R-Parameter Active: область памяти в NCK для R- NCK для номеров R-параметров
RPY	Roll Pitch Yaw: тип вращения системы координат
RTS	Request To Send: включение блока передачи, сигнал управления от последовательных интерфейсов данных
SBL	Single Block: отдельный кадр
SD	Установочные данные
SDB	Системный блок данных
SEA	Setting Data Active: обозначение (тип файла) для установочных данных

SFB	Системный функциональный блок
SFC	System Function Call
SK	Программная клавиша
SKP	Skip: пропуск кадра
SM	Шаговый электродвигатель
SPF	Main Program File: Подпрограмма
SPS	Контроллер
SRAM	Статическая память (буферная)
SRK	Коррекция радиуса резцов
SSFK	Компенсация погрешности ходового винта
SSI	Serial Synchron Interface: последовательный синхронный интерфейс
SW	ПО
SYF	System Files: системные файлы
TEA	Testing Data Active: идентификатор для машинных данных
TO	Tool Offset: коррекция инструмента
TOA	Tool Offset Active: обозначение (тип файла) для коррекций инструмента
TRANSMIT	Transform Milling into Turning: пересчет координат на токарных станках для фрезерной обработки
UFR	User Frame: смещение нулевой точки
UP	Подпрограмма
VSA	Привод подачи
V.24	Последовательный интерфейс (определение линий обмена между DEE и DUE)
WCS	Система координат детали
WKZ	Инструмент
WLK	Коррекция длин инструмента
WOP	Маршрутное программирование
WPD	Work Piece Directory: директория детали
WRK	Коррекция радиуса инструмента (КРИ)
WZK	Коррекция инструмента
WZW	Смена инструмента
ZOA	Zero Offset Active: обозначение (тип файла) для данных смещения нулевой точки
µC	Микроконтроллер

A.2 Обзор документации

Обзор документации SINUMERIK 840D sl

Общая документация

- SINUMERIK 840D sl — Рекламный проспект
- SINUMERIK 840D sl 840Di sl 802D sl — Каталог NC 61
- SINAMICS S120 — Каталог PM 21 SIMOTION, SINAMICS S120 и двигатели для производственных машин

Документация пользователя

- SINUMERIK 840D sl — Руководство оператора
  – Универсальное
  – Токарная обработка
  – Фрезерная обработка
  – HMI-Advanced
- SINUMERIK 840D sl 828D — Руководство оператора
  – Токарная обработка
  – Фрезерование
- SINUMERIK 840D sl 828D — Руководство по программированию
  – Основы
  – Расширенное программирование
  – Измерительные циклы
- SINUMERIK 840D sl 840Di sl 828D 802D sl — Руководство по программированию
  – ISO токарная обработка
  – ISO фрезерование
- SINUMERIK 840D sl S120 — Справочник по диагностике

Документация изготовителя/сервисная документация

- SINUMERIK 840D sl — Справочник по приборам
  – NCU
  – компоненты управления и объединение в сеть
- SINUMERIK 840D sl S120 — Справочник по системе Руководство по проектированию машинного оборудования
- SINUMERIK 840D sl 828D — Справочник по системе Ctrl Energy
- SINUMERIK 840D sl — Руководство по вводу в эксплуатацию
  – ЧПУ: NCK, PLC, привод
  – базовое ПО и ПО управления
  – базовое ПО и HMI-Advanced
- SINUMERIK 840D sl S120 — Справочник по параметрированию
  – Часть 1
  – Часть 2
  – Подробное описание машинных данных
  – Системные переменные

Документация изготовителя/сервисная документация

- SINUMERIK 840D sl 828D — Описание функций
  – Основные функции
  – Дополнительные функции
  – Специальные функции
  – Синхронные действия
  – Управление инструментом
- SINUMERIK 840D sl 840Di sl 802D sl 828D — Описание функций Диалекты ISO
- SINAMICS S120 — Описание функций Функции привода
- SINUMERIK 840D sl — Описание функций Safety Integrated
- SINUMERIK — Руководство по проектированию Директивы по конструированию систем ЭМС

Информация / обучение

- SINUMERIK — Руководство для начинающих Фрезерование и токарная обработка
- SINUMERIK — Учебная документация
  - Фрезерная обработка с ShopMill
  - Токарная обработка с ShopTurn
- SINUMERIK — Руководства/ справочники Изготовление инструмента и пресс-форм

Электронная документация

- DOConCD DOConWEB
- My Documentation Manager

Обзор документации SINUMERIK 828D

Общая документация

Рекламный проспект

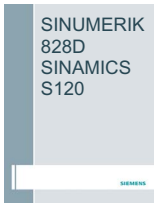
Директивы по конструированию систем электромагнитной совместимости

Документация пользователя

Руководство оператора
- Токарная обработка
- Фрезерование

Руководство по программированию
- Основы
- Расширенное программирование
- Easy Screen

Руководство по программированию
- ISO токарная обработка
- ISO фрезерование



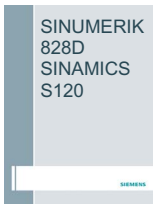
Справочник по диагностике

Документация изготовителя/сервисная документация

Справочник по приборам
Руководство по вводу в эксплуатацию
Сервисный справочник

Описание функций
- Основные функции
- Дополнительные функции

Описание функций
Диалекты ISO



Справочник по параметрированию
- Машинные данные и интерфейсные сигналы
- Подробн. описание параметров

Электронная документация

DOConCD
DOConWEB

Industry Mall

Толковый словарь

CNC

См. → ЧПУ

COM

Компонент СЧПУ для осуществления и координации коммуникации.

CPU

Central Processor Unit, см. → Контроллер

C-сплайн

C-сплайн это самый известный и наиболее распространенный сплайн. Переходы на опорных точках являются стабильными по касательной и кривизне. Используются полиномы 3-его порядка.

DRF

Differential Resolver Function: функция ЧПУ, создающая вместе в электронным маховичком инкрементальное смещение нулевой точки в автоматическом режиме.

HIGHSTEP

Система возможностей программирования для → PLC системы AS300/AS400.

JOG

Режим работы СЧПУ (отладочный режим): в режиме работы Jog может осуществляться отладка станка. Отдельные оси и шпиндели через клавиши направления могут перемещаться в периодическом режиме. Прочими функциями режима работы Jog являются → Реферирование, → Repos и → Preset (установка фактического значения).

KU

Передаточное отношение

KV

Коэффициент усиления контура, величина техники автоматического регулирования регулирующего контура

Look Ahead

С помощью функции **Look Ahead** посредством "опережения" на параметрируемое количество кадров перемещения достигается оптимальная скорость обработки.

MDA

Режим работы СЧПУ: Manual Data Automatic. В режиме MDA отдельные программные кадры или последовательности кадров могут вводится без ссылки на главную или подпрограмму, и после этого сразу же выполняться через клавишу NC-Start.

NCK

Numerical Control Kernel: компонент ЧПУ, который выполняет → Программы обработки деталей и во многом координирует процессы движения для станка.

NRK

Numeric Robotic Kernel (операционная система → NCK)

NURBS

Управление движением и траекторная интерполяция со стороны СЧПУ осуществляются на основе NURBS (**N**on **U**niform **R**ational **B**-**S**plines). Таким образом, внутри СЧПУ для всех интерполяций доступен унифицированный метод (SINUMERIK 840D).

OEM

Для изготовителей станка, которые хотят создавать свои собственные интерфейсы или внедрять специфические технологические функции в СЧПУ, предусмотрены свободные зоны для индивидуальных решений (приложений OEM) для SINUMERIK 840D.

PLC

Programmable **L**ogic **C**ontrol: → Контроллер. Компонент → ЧПУ: адаптивное управления для обработки логического контроля станка.

R-параметр

R-параметр, может устанавливаться и запрашиваться программистом → Программы обработки деталей для любых целей в программе.

WinSCP

WinSCP это бесплатная открытая программа (Open Source) для Windows для передачи файлов.

Абсолютный размер

Указание цели движения оси через размер, относящийся к нулевой точке действующей в данный момент системы координат. См. также → Составной размер.

Автоматика

Режим работы СЧПУ (режим последовательных кадров по DIN): Режим работы для систем ЧПУ, в котором включается и последовательно выполняется → Программа обработки деталей.

Адрес

Адрес это обозначение для определенных операндов или области операндов, к примеру, вход, выход и т.д.

Адрес оси

См. → Идентификатор оси

Архивация

Выгрузка данных и/или директорий на **внешнее** ЗУ.

Асинхронная подпрограмма

Программа, которая может запускаться асинхронно (независимо) от актуального состояния программы через сигнал прерываний (к примеру, сигнал "быстрый вход ЧПУ").

Базовая кинематическая система

Декартова система координат через трансформацию отображается на систему координат станка.

В → Программе обработки деталей программист использует имена осей базовой кинематической системы. Она существует, если нет активной → Трансформации, параллельно → Системе координат станка. Различие состоит в → Идентификаторах осей.

Базовая ось

Ось, заданное и фактическое значение которой используются для вычисления значения компенсации.

Блок

Блоком называются все файлы, которые необходимы для создания и обработки программы.

Блок ТОА

Каждая → Область ТОА может содержать несколько блоков ТОА. Число макс. возможных блоков ТОА ограничивается через макс. число активных → Каналов. Один блок ТОА включает один блок данных инструмента и один блок данных магазина. Дополнительно может быть включен еще один блок данных инструментального суппорта (опция).

Блок данных

1. Блок данных → PLC, к которому могут обращаться → Программы HIGHSTEP.
2. Единица данных → ЧПУ: Блоки данных содержат определения для глобальных данных пользователя. Данные могут подвергаться прямой инициализации при определении.

Буферная батарея

Буферная батарея обеспечивает энергонезависимое сохранение → Программы пользователя в → CPU и постоянное сохранение определенных областей данных и меток, таймеров и счетчиков.

Быстрые цифровые входы/выходы

Через цифровые входы, к примеру, могут запускаться быстрые программы ЧПУ (обработчики прерываний). Через цифровые выходы ЧПУ могут запускаться быстрые, управляемые программой функции комбинационной логики (SINUMERIK 840D).

Быстрый отвод от контура

При возникновении прерывания через программу обработки ЧПУ может быть запущено движение, которое позволяет быстро отвести инструмент от обрабатываемого в данный момент контура детали. Дополнительно могут быть спараметрированы угол отвода и значение пути. После быстрого отвода дополнительно может быть выполнен обработчик прерываний (SINUMERIK 840D).

Ведомая ось

Ведомая ось это → Ось Gantry, заданная позиция которой всегда является производной от движения перемещения → Ведущей оси и тем самым она перемещается синхронно. С точки зрения оператора и программиста ведомая ось "отсутствует".

Ведущая ось

Ведущая ось это → Ось Gantry, которая, с точки зрения оператора и программиста, присутствует на станке и поэтому может управляться как обычная ось ЧПУ.

Винтовая интерполяция

Винтовая интерполяция особенно подходит для простого изготовления внутренних или наружных резьб с помощью профильных фрез и для фрезерования смазочных канавок.

При этом винтовая линия составляется из двух движений:

- Круговое движение в плоскости
- Линейное движение вертикально к этой плоскости.

Внешнее смещение нулевой точки

Заданное с → PLC смещение нулевой точки.

Вращение

Компонент → Фрейма, который определяет поворот системы координат на определенный угол.

Вспомогательные функции

С помощью вспомогательных функции в → Программах обработки деталей на → PLC могут передаваться → Параметры, которые запускаю там определенные изготовителем станка реакции.

Вспомогательный кадр

Вводимый "N" кадр с информацией по рабочей операции, к примеру, с указанием позиции.

Высокоуровневый язык программирования ЧПУ

Высокоуровневый язык программирования предлагает: → Определенные пользователем переменные, → Системные переменные, → Технику макросов.

Геометрическая ось

Геометрические оси служат для описания 2-х или 3-х мерной области в системе координат детали.

Геометрия

Описание → Детали в → Системе координат детали.

Главная программа

Наименование "Главная программа" относится к тому времени, когда существовало жесткое разделение программы обработки детали на главную и → Подпрограммы. Такого жесткого разделения в сегодняшнем языке ЧПУ SINUMERIK больше нет. В принципе, любая программа обработки детали может быть выбрана и запущена в канале. После она выполняется на → Программном уровне 0 (уровень главной программы). В главной программе другие программы обработки детали или → Циклы могут вызываться как подпрограммы

Главный кадр

Вводимый ":" кадр, содержащий все данные, необходимые для запуска процесса работы в → Программе обработки деталей.

Граница точного останова

При достижении всеми траекторными осями их границы точного останова, СЧПУ ведет себя так, как будто оно точно достигло заданной точки. Осуществляется переключение кадра → Программы обработки деталей.

Группа режимов работы (ГРР)

Технологически связанные оси и шпиндели могут быть объединены в группу режимов работы (ГРР). Оси/шпиндели одной ГРР могут управляться из одного или нескольких → Каналов. С каналами ГРР всегда согласован один и тот же → Режим работы.

Деталь

Создаваемая/обрабатываемая на станке часть.

Диагностика

1. Область управления СЧПУ
2. СЧПУ имеет как программу самодиагностики, так и средства тестирования для сервисных целей: индикации состояния, ошибок и сервисные индикации.

Диапазон перемещения

Максимальный допустимый диапазон перемещения для линейных осей составляет ± 9 декад. Абсолютное значение зависит от выбранной дискретности ввода и управления положением и системы единиц (дюймовая или метрическая).

Дюймовая система единиц

Система единиц, определяющая расстояния в дюймах и их долях.

Заготовка

Часть, с которой начинается обработка детали.

Загрузка

Загрузка системной программы после Power On.

Защищенное пространство

Трехмерное пространство внутри → Рабочего пространства, куда не должно заходить острие инструмента.

Значение компенсации

Разница между измеренной датчиком позицией оси и желаемой, запрограммированной позицией оси.

Идентификатор

Слова по DIN 66025 через идентификаторы (имена) для переменных (R-переменные, системные переменные, переменные пользователя), для подпрограмм, для кодовых слов и слов расширяются несколькими буквами адреса. Значение этих расширений идентично словам в структуре кадра. Идентификаторы должны быть однозначными. Один и тот же идентификатор не может использоваться для различных объектов.

Идентификатор оси

Оси по DIN 66217 для правовращающейся, прямоугольной → системы координат обозначаются X,Y, Z.

Вращающиеся вокруг X,Y, Z → Круговые оси получают идентификаторы A, B, C. Дополнительные оси, параллельные указанным, могут обозначаться другими буквами адреса.

Изгиб

Изгиб k контура это обратная величина радиуса r прилегающей окружности в точке контура (k = 1/r).

Имя оси

См. → Идентификатор оси

Инструмент

Действующий компонент станка, отвечающая за обработку (к примеру, токарный резец, фреза, сверло, луч лазера).

Интерполятор

Логическая единица → NCK, которая после указания заданного конечного положения в программе обработки деталей определяет промежуточные значения для движений, проходимых отдельными осями.

Интерполяционная компенсация

С помощью интерполяционной компенсации возможна компенсация обусловленных процессом изготовления погрешностей ходового винта и ошибок измерительной системы (Spindelsteigungsfehler und Messsystemfehler kompensiert) (SSFK, MSFK).

Интерфейс управления

Интерфейс управления (BOF) это среда индикации СЧПУ в форме дисплея. Он образуется горизонтальными и вертикальными программными клавишами.

Кадр программы обработки детали

Часть → Программы обработки деталей, ограниченная переходом на новую строку. Различаются → Главные кадры и → Вспомогательные кадры.

Канал

Свойством канала является его способность выполнять → Программу обработки детали, независимо от других каналов. Канал осуществляет эксклюзивное управление согласованными с ним осями и шпинделями. Процессы программы обработки детали различных каналов могут координироваться через → Синхронизацию.

Канал обработки

Благодаря канальной структуре через параллельные процессы движения может сокращаться вспомогательное время, к примеру, перемещения портала загрузки синхронно с обработкой. Канал ЧПУ при этом рассматривается как своя СЧПУ с декодированием, подготовкой кадра и интерполяцией.

Кодовые слова

Слова с фиксированным написанием, которые имеют в языке программирования для → Программ обработки деталей определенное значение.

Кодовый переключатель

Кодовый переключатель на → Станочном пульте имеет 4 позиции, которым операционной системой СЧПУ присвоены функции. Кроме этого, к кодовому переключателю относятся три ключа разного цвета, которые могут выниматься в указанных позициях.

Компенсация квадрантных ошибок

Ошибки контура на квадрантных переходах, возникающие из-за переменных соотношений трения на направляющих, могут быть практически устранены благодаря компенсации квадрантных ошибок. Параметрирование компенсации квадрантных ошибок осуществляется через круговой тест.

Компенсация люфта

Компенсация механического люфта станка, к примеру, обратного люфта у шариковинтовых пар. Для каждой оси компенсация люфта может вводиться отдельно.

Компенсация погрешности ходового винта

Компенсация механических неточностей участвующей в подаче шариковинтовой пары через СЧПУ на основе имеющихся измеренных величин отклонения.

Контроллер

Контроллеры (SPS) это электронные управления, функция которых сохранена как программа в устройстве управления. Таким образом, конструкция и проводка прибора не зависят от функции СЧПУ. Контроллер имеет структуру ВУ; он состоит из CPU (центральный модуль) с памятью, модулей ввода/вывода и внутренней шинной системы. Периферийные устройства и язык программирования соответствуют требованиям техники автоматического управления.

Контроль контура

В качестве меры точности контура контролируется погрешность запаздывания в пределах определенного диапазона допуска. Недопустимо высокая погрешность запаздывания может возникнуть, к примеру, из-за перегрузки привода. В этом случае сигнализируется ошибка и оси останавливаются.

Контур

Очертания → Детали

Контур готовой детали

Контур детали после завершения обработки. См. → Заготовка.

Контур детали

Заданный контур создаваемой/обрабатываемой → Детали.

Коррекция инструмента

Учет размеров инструмента при вычислении траектории.

Коррекция радиуса инструмента

Для прямого программирования желаемого → Контура детали СЧПУ, с учетом радиуса используемого инструмента, должна перемещаться по эквидистантной траектории к запрограммированному контуру (G41/G42).

Коррекция радиуса резцов

При программировании контура за основу берется острый инструмент. Так как это не может быть реализовано на практике, то радиус изгиба используемого инструмента сообщается СЧПУ и учитывается ей. При этом центр изгиба, смещенный на радиус изгиба, ведется эквидистантно вокруг контура.

Круговая интерполяция

→ Инструмент должен двигаться между установленными точками контура с заданной подачей по кругу, обрабатывая при этом деталь.

Круговая ось

Круговые оси вызывают поворот детали или инструмента в заданное угловое положение.

Линейная интерполяция

Инструмент перемещается по прямой к заданной точке, обрабатывая при этом деталь.

Линейная ось

Линейная ось это ось, которая, в отличие от круговой оси, описывает прямую.

Масса

Массой называется совокупность всех связанных между собой пассивных частей оборудования, которые и в случае ошибки не принимают опасного контактного напряжения.

Масштабирование

Компонент → Фрейма, вызывающий специфическое для осей изменение масштаба.

Метрическая измерительная система

Нормированная система единиц: для длин, к примеру, мм (миллиметр), м (метр).

Метрическое и дюймовое указание размера

В программе обработки значения позиций и шага могут быть запрограммированы в дюймах. Независимо от программируемого указания размера (G70/G71) СЧПУ настраивается на основную систему.

Наклонная обработка

Сверлильные и фрезеровальные обработки на деталях, находящихся не в плоскости координат станка, могут осуществляться с поддержкой функции "наклонная обработка".

Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона

С помощью этой функции можно нарезать внутреннюю резьбу без компенсационного патрона. Благодаря интерполирующему перемещению шпинделя в качестве круговой оси и оси сверления резьба нарезается точно до конечной глубины сверления, к примеру, глухая резьба (условие: осевой режим шпинделя).

Нулевая точка детали

Нулевая точка детали образует исходную точку для → Системы координат детали. Она определяется через расстояния до → Нулевой точки станка.

Нулевая точка станка

Фиксированная точка станка, к которой могут быть привязаны все (зависимые) системы измерения.

Область TOA

Область TOA включает в себя все данные инструментов и магазинов. Стандартно эта область касательно диапазона действия совпадает с областью → Канал. Но через машинные данные может быть установлено, что несколько каналов используют один → Блок TOA, таким образом, этим каналам доступны общие данные управления инструментом.

Обработчик прерываний

Обработчики прерываний это специальные → Подпрограммы, которые могут запускаться событиями (внешними сигналами) из процесса обработки. Находящийся в обработке кадр программы обработки деталей отменяется, позиция прерывания осей автоматически сохраняется.

Обратная по времени подача

Для SINUMERIK 840D вместо скорости подачи для движения оси может быть запрограммировано время, необходимо для хода траектории одного кадра (G93).

Ограничение рабочего поля

С помощью ограничения рабочего поля в дополнение к конечным выключателям можно ограничить диапазон перемещения осей. На ось возможна пара значений для описания защищенного рабочего пространства.

Оперативная память

Оперативная память это память RAM в → CPU, к которой обращается процессор при обработке программы пользователя.

Определение переменных

Определение переменных включает в себя определение типа данных и имени переменной. С помощью имени переменной может осуществляться обращение к значению переменной.

Определенная пользователем переменная

Пользователь для любого использования в → Программе обработки детали или блоке данных (глобальные данные пользователя) может согласовывать определенные пользователем переменные. Определение включает указание типа данных и имя переменной. См. → Системная переменная.

Ориентированный останов шпинделя

Останавливает шпиндель изделия в заданном угловом положении, чтобы, к примеру, осуществить дополнительную обработку в определенном месте.

Ориентированный отвод инструмента

`RETTOOL`: при прерываниях обработки (к примеру, поломка инструмента) инструмент через программную команду может быть отведен на определенный путь с задаваемой ориентацией.

Оси

Оси ЧПУ, в соответствии с объемом их функций, подразделяются следующим образом:

- Оси: интерполирующие траекторные оси
- Вспомогательные оси: не интерполирующие оси подачи и позиционирующие оси со специфической для оси подачей. Вспомогательные оси не участвуют в самом процессе обработки, к примеру, подача инструмента, инструментальный магазин.

Оси станка

Физически существующие оси станка.

Ось C

Ось, вокруг которой осуществляется управляемое движение вращения и позиционирование с помощью шпинделя изделия.

Ось закругления

Оси округления вызывают поворот детали или инструмента в угловое положение, соответствующее делительному растру. При достижении растра ось округления находится "в позиции".

Ось компенсации

Ось, заданное и фактическое значение которой модифицируется через значение компенсации.

Отражение

При отражении меняются знаки значений координат контура относительно оси. Отражение может осуществляться одновременно относительно нескольких осей.

Ошибки

Все → Сообщения и ошибки показываются на пульте оператора текстом с датой, временем и соответствующим символом для критерия стирания. Индикация осуществляется раздельно по ошибкам и сообщениям.

1. Ошибки и сообщения в программе обработки детали

   Ошибки и сообщения могут индицироваться текстом непосредственно из программы обработки детали.

2. Ошибки и сообщения PLC

   Ошибки и сообщения могут индицироваться текстом непосредственно из программы PLC. Дополнительных пакетов функциональных блоков для этого не требуется.

Память загрузки

Память загрузки у CPU 314 → SPS идентична → Оперативной памяти.

Память коррекций

Область данных в СЧПУ, в которой сохраняются данные коррекции инструмента.

Память пользователя

Все программы и данные, как то программы обработки деталей, подпрограммы, комментарии, коррекции инструмента, смещения нулевой точки/фреймы, а также канальные и программные данные пользователя могут сохраняться в общей памяти ЧПУ пользователя.

Периферийный модуль

Периферийные модули создают соединение между CPU и процессом.

Периферийными модулями являются:

- → Цифровые модули ввода/вывода
- → Аналоговые модули ввода/вывода
- → Модули симулятора

Подача по траектории

Подача по траектории действует на → Траекторные оси. Она представляет собой геометрическую сумму подача участвующих → Геометрических осей.

Подвод к фиксированной точке

Станки могут осуществлять определенный подвод к фиксированным точкам, как то точка смены инструмента, точка загрузки, точка смены палет и т.п. Координаты этих точек зафиксированы в СЧПУ. СЧПУ перемещает соответствующие оси, если возможно, → Ускоренным ходом.

Подпрограмма

Наименование "Подпрограмма" относится к тому времени, когда существовало жесткое разделение программы обработки детали → на Главную и подпрограммы. Такого жесткого разделения в сегодняшнем языке ЧПУ SINUMERIK больше нет. В принципе, любая программа обработки детали или любой → Цикл могут быть вызваны в другой программе обработки детали как подпрограмма. После она выполняется на следующем → Программном уровне (x+1) (уровень подпрограмма (x+1)).

Позиционирующая ось

Ось, выполняющая вспомогательное движение на станке. (к примеру, инструментальный магазин, транспортировка палет). Позиционирующие оси это оси, которые не выполняют интерполяции с → Траекторными осями.

Поиск кадра

Для тестирования программ обработки деталей или после отмены обработки с помощью функции "Поиск кадра" может быть выбрано любое место в программе обработки деталей, с которого обработка должна быть запущена или продолжена.

Полиномиальная интерполяция

С помощью полиномиальной интерполяции могут создаваться различные ходы кривой, как то **прямолинейная, параболическая, степенная функции** (SINUMERIK 840D).

Полярные координаты

Система координат, определяющая положение точки в плоскости через ее расстояние до нулевой точки и угол, который образует вектор радиуса с определенной осью.

Последовательный интерфейс V.24

Для ввода/вывода данных на PCU 20 имеется один последовательный интерфейс V.24 (RS232), на PCU 50/70 два интерфейса V.24 Через эти интерфейсы могут загружаться и сохраняться программы обработки, а также данные изготовителя и пользователя.

Предельное число оборотов

Максимальное/минимальное число оборотов (шпинделя): Через задачу машинных данных, → PLC или → Установочных данных максимальное число оборотов шпинделя может быть ограничено.

Предсовпадение

Смена кадра уже при приближении ходом траектории к конечной позиции на заданную дельту.

Предуправление, динамическое

Неточности → Контура, обусловленные ошибками запаздывания, могут быть практически полностью устранены через динамическое, зависимое от ускорения предуправление. Благодаря этому, даже при высоких → Скоростях движения по траектории, получается отличная точность обработки. Включение и выключение предуправления возможно спец. для оси через → Программу обработки детали.

Привод

Привод это модуль ЧПУ, выполняющий управление числом оборотов и моментами на основе данных с ЧПУ.

Программа обработки детали

Последовательность операторов на ЧПУ, которые вместе способствую созданию определенной → Детали. Также и осуществление определенной обработки на имеющейся → Заготовке.

Программа передачи данных PCIN

PCIN это вспомогательная программа для отправки и получения данных пользователя ЧПУ через последовательный интерфейс, к примеру, программ обработки деталей, коррекции инструмента и т.п. Программа PCIN может работать под MS-DOS на стандартных промышленных PC.

Программа пользователя

Программы пользователя для систем автоматизации S7-300 создаются с помощью языка программирования STEP 7. Программа пользователя имеет модульную структуру и состоит из отдельных блоков.

Основными типами блоков являются:

- Блоки кода

  Эти блоки содержат команды STEP 7.

- Блоки данных

  Эти блоки содержат постоянные и переменные для программы STEP 7.

Программирование PLC

PLC программируется с помощью ПО STEP 7. ПО программирования STEP 7 основывается на стандартной операционной системе WINDOWS и включает в себя функции программирования STEP 5 с новейшими разработками.

Программируемое ограничение рабочего поля

Ограничение зоны движения инструмента до определенной через запрограммированные ограничения зоны.

Программируемые фреймы

С помощью программируемых → Фреймов в ходе выполнения программы обработки деталей может осуществляться динамическое определение новых исходных точек системы координат. Различается абсолютное определение на основе нового фрейма и аддитивное определение с ссылкой на существующую исходную точку.

Программная клавиша

Клавиша, надпись которой представляется в поле на дисплее и динамически изменяется в зависимости от актуальной ситуации управления. Функциональные клавиши со свободным присвоением функции (программные клавиши) согласуются с определенными на программном уровне функциями.

Программная память PLC

SINUMERIK 840D: В памяти пользователя PLC сохраняются программа электроавтоматики и данные пользователя вместе с главной программой PLC.

Программные конечные выключатели

Программные конечные выключатели ограничивают диапазон перемещения оси и предотвращают наезд салазок на аппаратные конечные выключатели. На ось могут задаваться 2 пары значений, которые могут активироваться раздельно через → PLC.

Программный блок

Программные блоки содержат главные и подпрограммы → Программ обработки детали.

Программный код

Символы и последовательность символов, имеющие в языке программирования для → Программ обработки деталей определенное значение.

Программный уровень

Запущенная в канале программа обработки детали выполняется как → Главная программа на программном уровне 0 (уровень главной программы). Любая вызванная в главной программе программа обработки детали выполняется как → Подпрограмма на собственном программном уровне 1 ... n.

Промежуточные кадры

Движения перемещения с выбранной → Коррекцией инструмента (`G41`/`G42`) могут прерываться ограниченным количеством промежуточных кадров (кадры без осевых движений в плоскости коррекции), при этом коррекция инструмента может вычисляться корректно. Допустимое количество промежуточных кадров, предварительно считываемых СЧПУ, может устанавливаться через системные параметры.

Процентовка

Ручная или программируемая возможность вмешательства, позволяющая оператору осуществлять наложение запрограммированных подач или числа оборотов, чтобы согласовать их с определенной деталью или материалом.

Процентовка подачи

На запрограммированную скорость накладывается актуальная установка скорости через → Станочный пульт или от → PLC (0-200%). Скорость подачи может дополнительно корректироваться в программе обработки через программируемый процентный коэффициент (1-200%).

Рабочее пространство

Трехмерное пространство, в которое может входить острие инструмента на основании конструкции станка. См. → Защищенное пространство.

Размер шага

Указание длин пути перемещения через количество инкрементов (размер шага). Количество инкрементов может сохраняться как → Установочные данные или выбираться через клавиши с соответствующими надписями 10, 100, 1000, 10000.

Редактор

Редактор обеспечивает создание, изменение, дополнение, соединение и вставку программ/текстов/кадров программы.

Режим работы

Концепция работы СЧПУ SINUMERIK. Определены режимы работы → Jog, → MDA, → Автоматический.

Режим управления траекторией

Целью режима управления траекторией является недопущение сильного торможения → Траекторных осей на границах кадров программы обработки деталей и переход в следующий кадр по возможности с равномерной скоростью движения по траектории.

Референтная точка

Точка станка, к которой относится система измерения → Осей станка.

Сеть

Сеть это соединение нескольких S7-300 и других оконечных устройств, к примеру, программаторов, через → Соединительный кабель. Через сеть осуществляется обмен данными между подключенными устройствами.

Синхронизация

Операторы в → Программах обработки деталей для координации процессов в различных → Каналах в определенных местах обработки.

Синхронные действия

1. Вывод вспомогательной функции

   При обработке детали из программы ЧПУ могут выводиться технологические функции (→ Вспомогательные функции) на PLC. Через эти вспомогательные функции осуществляется, к примеру, управление дополнительными устройствами станка, к примеру, пинолью, захватом, зажимным патроном и т.п.

2. Быстрый вывод вспомогательных функций

   Для критических по времени функций переключения могут быть минимизированы времена квитирования для → Вспомогательных функций и исключаются ненужные точки остановки в процессе обработки.

Синхронные оси

Для хода синхронных осей требуется то же время, что и для хода геометрических осей по траектории.

Система координат

См. → Система координат станка, → Система координат детали

Система координат детали

Исходная точка системы координат детали находится в → Нулевой точке детали. При программировании в системе координат детали размеры и направления относятся к этой системе.

Система координат станка

Система координат, относящаяся к осям станка.

Системная память

Системная память это память в CPU, в которой сохраняются следующие данные:

- данные, необходимые для операционной системы
- операнды, таймеры, счетчики, метки

Системная переменная

Переменная, существующая без вмешательства программиста → Программы обработки деталей. Она определена через тип данных и имя переменной, которое вводится символом $. См. → Определенные пользователем переменные.

Скорость движения по траектории

Максимальная программируемая скорость движения по траектории зависит от дискретности ввода. При разрешении, к примеру, 0,1 мм максимальная программируемая траекторная скорость движения по траектории составляет 1000 м/мин.

Скорость передачи данных

Скорость при передаче данных (бит/сек).

Слово данных

Единица данных размером в два байта внутри → Блока данных.

Смещение нулевой точки

Указание новой исходной точки для системы координат через отношение к существующей нулевой точке и → Фрейм.

1. Устанавливаемое

   SINUMERIK 840D: Доступно проектируемое количество устанавливаемых смещений нулевой точки для каждой оси ЧПУ. Включаемые через функции G смещения действуют альтернативно.

2. Внешнее

   Дополнительно ко всем смещениям, определяющим положение нулевой точки детали, может быть наложено внешнее смещение нулевой точки через маховичок (смещение DRF) или с PLC.

3. Программируемое

   С помощью оператора `TRANS` для всех траекторных и позиционирующих осей могут программироваться смещения нулевой точки.

Соединительный кабель

Соединительные кабели это заранее изготовленные или изготовляемые пользователем 2-х проводные кабели с 2-мя соединительными штепселями. Эти соединительные кабели соединяют → CPU через → Многопортовый интерфейс (MPI) с → Программатором или с другим CPU.

Сообщения

Все запрограммированные в программе обработки детали сообщения и определенные системой → Ошибки показываются на пульте оператора текстом с датой, временем и соответствующим символом для критерия стирания. Индикация осуществляется раздельно по ошибкам и сообщениям.

Составной размер

Также инкрементальный размер: указание цели движения оси через проходимые участки пути и направление относительно уже достигнутой точки. См. → Абсолютный размер.

Сплайн-интерполяция

С помощью сплайн-интерполяции СЧПУ может создать ровный ход кривой из малого количества заданных опорных точек заданного контура.

Стандартные циклы

Для часто повторяющихся задач обработки имеются стандартные циклы:

- для технологии "сверление/фрезерование"
- для токарной технологии

В области управления "Программа" в меню "Поддержка циклов" перечислены доступные циклы. После выбора желаемого цикла обработки необходимые параметры для присвоения значений показываются текстом.

Станочный пульт

Пульт оператора станка с элементами управления, клавишами, поворотными выключателями и т.д и простыми элементами индикации, как то LED. Они служат для непосредственного управления станком через PLC.

Стирание до первичного состояния

При стирании до первичного состояния стираются следующие области памяти → CPU:

- - → Оперативная память
- область записи/чтения → Памяти загрузки
- → Системная память
- → Резервная память

Таблица компенсаций

Таблица опорных точек. Она дает значения компенсации оси компенсации для выбранных позиций базовой оси.

Текстовый редактор

См. → Редактор

Техника макросов

Комбинация нескольких операторов под одним идентификатором. Идентификатор представляет в программе набор связанных операторов.

Точный останов

При запрограммированном операторе точного останова осуществляться точный и при необходимости очень медленный подвод к указанной в кадре позиции. Для уменьшения времени сближения для ускоренного хода и подачи определяются → Границы точного останова.

Траекторная ось

Траекторными осями являются все оси обработки → Канала, управляемые → Интерполятором таким образом, что они одновременно запускаются, ускоряются, останавливаются и достигают конечной точки.

Трансформация

Аддитивное или абсолютное смещение нулевой точки оси.

Управление программой обработки детали

Управление программой обработки деталей может быть организовано по → Деталям. Количество управляемых программ и данных зависит от объема памяти пользователя. Каждому файлу (программе и данным) может быть присвоено имя из макс. 24-ти алфавитно-цифровых символов.

Управление скоростью

Для достижения приемлемой скорости перемещения при движениях перемещения на очень маленькие значения в кадре может быть установлена опережающая обработка на несколько кадров (→ Look Ahead).

Ускорение с ограничением рывка

Для получения оптимальной характеристики ускорения на станке при одновременном щадящем воздействии на механику в программе обработки можно переключаться между скачкообразным ускорением и постоянным (плавным) ускорением.

Ускоренный ход

Самая быстрая скорость перемещения оси. Она используется, к примеру, для подвода инструмента из состояния покоя к → Контуру детали или отвода от контура детали. Скорость ускоренного хода устанавливается спец. для станка через машинные данные.

Установочные данные

Данные, сообщающие свойства станка способом, определенным через системное ПО, на ЧПУ.

Фиксированная точка станка

Однозначно определенная через станок точка, к примеру, референтная точка станка.

Фрейм

Фрейм представляет собой правило вычисления, переводящее одну декартову систему координат в другую декартову систему координат. Фрейм содержит компоненты → Смещение нулевой точки, → Вращение, → Масштабирование, → Отражение.

Функции безопасности

СЧПУ имеет постоянно активные контроли, которые заранее распознают сбои в → ЧПУ, контроллере (→ PLC) и на станке, что практически исключает повреждения детали, инструмента или станка. В случае сбоя процесс обработки прерывается и приводы останавливаются, причина сбоя сохраняется и показывается как ошибка. Одновременно на PLC сообщается, что имеет место ошибка ЧПУ.

Циклы

Защищенные подпрограммы для исполнения повторяющегося процесса обработки на → Детали.

ЧПУ

Numerical Control: ЧПУ включает все компоненты управления станка: → NCK, → PLC, HMI, → COM.

Примечание

Для СЧПУ SINUMERIK 840D CNC было бы правильнее: Computerized Numerical Control:

Индекс

Символы

$AA_ACC, 141
$AA_FGREF, 116
$AA_FGROUP, 117
$AA_OFF, 375
$AC_F_TYPE, 158
$AC_FGROUP_MASK, 117
$AC_FZ, 158
$AC_S_TYPE, 99
$AC_SVC, 99
$AC_TOFF, 87
$AC_TOFFL, 87
$AC_TOFFR, 87
$AN_LANGUAGE_ON_HMI, 567
$P_F_TYPE, 158
$P_FGROUP_MASK, 117
$P_FZ, 158
$P_GWPS, 107
$P_S_TYPE, 99
$P_SVC, 99
$P_TOFF, 87
$P_TOFFL, 87
$P_TOFFR, 87
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM, 395
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS, 395
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS, 395
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE, 395
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE, 395
$PA_FGREF, 116
$PA_FGROUP, 117
$TC_DPNT, 153
$TC_TP_MAX_VELO, 94
$TC_TPG1/...8/...9, 107

A

A, 109
A=..., 175
AC, 168, 218
ACC, 140
ACCLIMA, 411
ACN, 175
ACP, 175
ADIS, 328
ADISPOS, 328
ALF, 267
AMIRROR, 339, 365
ANG, 238, 244
ANG1, 240
ANG2, 240, 244
AP, 197, 201, 206, 209, 220, 229
AR, 209, 218, 229, 232
AROT, 339, 350
AROTS, 360
ASCALE, 339, 362
ATRANS, 339, 343

B

B=..., 175
BNS, 30
BRISK, 408
BRISKA, 408

C

C=..., 175
CALCPOSI, 393, 561
CDOF, 313
CDOF2, 313
CDON, 313
CFC, 146
CFIN, 146
CFTCP, 146
CHF, 271
CHR, 240, 244, 271
CIP, 209, 222
CORROF, 375
CPRECOF, 416
CPRECON, 416
CR, 209, 216, 232

CROTS, 360
CT, 209, 225
CUT2D, 317
CUT2DF, 317
CUTCONOF, 320
CUTCONON, 320

D

D..., 79
D0, 79
DAC, 183
DC, 175
DIACYCOFA, 183
DIAM90, 180
DIAM90A, 183
DIAMCHAN, 183
DIAMCHANA, 183
DIAMCYCOF, 180
DIAMOF, 180
DIAMOFA, 183
DIAMON, 180
DIAMONA, 183
DIC, 183
DILF, 267
DIN 66025, 35
DIN 66217, 26
DISC, 294
DISCL, 298
DISR, 298
DITE, 256
DITS, 256
DRFOF, 375
DRIVE, 408
DRIVEA, 408
DYNFINISH, 413
DYNNORM, 413
DYNPOS, 413
DYNROUGH, 413
DYNSEMIFIN, 413

E

ENS, 31

F

F..., 109, 206, 258
FA, 119, 134
FAD, 298
FB, 152
FD, 142
FDA, 142
FFWOF, 415
FFWON, 415
FGREF, 109
FGROUP, 109
FL, 109
FMA, 149
FP, 398
FPR, 134
FPRAOF, 134
FPRAON, 134
FRC, 271
FRCM, 271
FXS, 403
FXST, 403
FXSW, 403
FZ, 153

G

G0, 197, 201
G1, 197, 206
G110, 195
G111, 195
G112, 195
G140, 298
G141, 298
G142, 298
G143, 298
G147, 298
G148, 298
G153, 159, 374
G17, 165, 318
G18, 165
G19, 165, 318
G2, 197, 209, 212, 216, 218, 220
G247, 298
G248, 298
G25, 108, 390
G26, 108, 390
G3, 197, 209, 212, 216, 218, 220
G33, 248
G331, 260
G332, 260
G34, 258

G340, 298
G341, 298
G347, 298
G348, 298
G35, 258
G4, 417
G40, 277
G41, 79, 277
G42, 79, 277
G450, 294
G451, 294
G460, 309
G461, 309
G462, 309
G500, 159
G505 ... G599, 159
G53, 159, 374
G54, 159
G55, 159
G56, 159
G57, 159
G58, 347
G59, 347
G60, 325
G601, 325
G602, 325
G603, 325
G63, 265
G64, 328
G641, 328
G642, 328
G643, 328
G644, 328
G645, 328
G70, 177
G700, 177
G71, 177
G710, 177
G74, 397
G75, 398
G751, 398
G9, 325
G90, 168
G91, 171
G93, 109
G94, 109
G95, 109
G96, 100
G961, 100
G962, 100
G97, 100
G971, 100
G972, 100
G973, 100
GWPSOF, 106
GWPSON, 106
G-группа
    Технология, 413

J

I, 260
J, 212, 260
I..., 248, 258
J..., 258
IC, 171
JERKLIMA, 411
INVCCW, 232
INVCW, 232
IP, 437

K

K, 209, 212, 260
K..., 248, 258
KONT, 287
KONTC, 287
KONTT, 287

L

LF, 37, 45
LFOF, 267
LFON, 267
LFPOS, 267
LFTXT, 267
LFWP, 267
LIMS, 100
LINE FEED, 37
Link
    Lead-Link-ось, 430
    -оси, 428
LookAhead, 332

M

M..., 383
M0, 383
M1, 383
M19, 124, 383
M2, 383
M3, 89
M4, 89
M40, 383
M41, 383
M42, 383
M43, 383
M44, 383
M45, 383
M5, 89
M6, 57, 383
M70, 124
MCS, 25
MD10652, 237
MD10654, 237
MD10656, 237
MIRROR, 339, 365
MSG, 387

N

NORM, 287

O

OFFN, 277
OVR, 138
OVRA, 138
OVRRAP, 138

P

PAROT, 370
PAROTOF, 370
PLC
    -оси, 427
PM, 298
POLF, 267
POLFMASK, 267
POLFMLIN, 267
POS, 119
POSA, 119
POSP, 119
PR, 298

Q

QU, 381

R

RAC, 183
RIC, 183
RND, 244, 271
RNDM, 271
ROT, 339, 350
ROTS, 360
RP, 197, 201, 206, 209, 220, 229
RPL, 350
RTLIOF, 201
RTLION, 201

S

S, 89, 106
S1, 89
S2, 89
SCALE, 339, 362
SCC, 100
SD42440, 171
SD42442, 171
SD42465, 334
SD42940, 85
SD42950, 85
SD43240, 127
SD43250, 127
SETMS, 89
SF, 248
SOFT, 408
SOFTA, 408
SPCOF, 123
SPCON, 123
SPOS, 124
SPOSA, 124
SR, 149
SRA, 149
ST, 149
STA, 149
SVC, 93
SUG, 74, 106
SUPA, 159, 374

T

T..., 57
T=..., 56
T0, 56, 57
TOFF, 83
TOFFL, 83
TOFFR, 83
TOFRAME, 370
TOFRAMEX, 370
TOFRAMEY, 370
TOFRAMEZ, 370
TOROT, 370
TOROTOF, 370
TOROTX, 370
TOROTY, 370
TOROTZ, 370
TRAFOOF, 397
TRANS, 339, 343
TURN, 229

W

WAB, 298
WAITMC, 119
WAITP, 119
WAITS, 124
WALCS0, 394
WALCS1-10, 394
WALIMOF, 390
WALIMON, 390
VELOLIMA, 411
WRTPR, 389
WCS, 32
    точная установка на детали, 370

X

X..., 193
X2, 238
X3, 240

Y

Y..., 193

Z

Z..., 193
Z1, 240, 244
Z2, 238, 240, 244
Z3, 244
Z4, 244

А

Абсолютный размер, 18
Адрес, 35
    действует покадрово, 436
    модально, 436
    Присвоение значения, 38
    Расширенный адрес, 437
    с осевым расширением, 437, 518
    Устанавливаемое, 520
    Фиксированные адреса, 517
Адреса, 434
Активность
    модально, 436
    покадрово, 436

Б

Базовая кинематическая система (BKS), 28
Базовая система нулевой точки, 30
Базовое смещение, 30
Буквы адреса, 516
Бутылочное горлышко
    -распознавание, 315

В

Внутренняя остановка предварительной обработки, 419
Вращение
    программируемое, 350
Время ожидания, 417
Вывод вспомогательной функции
    быстрый, 381
    в режиме управления траекторией, 382
Вывод вспомогательных функций, 379
Высокоуровневый язык программирования ЧПУ, 36

Г

Геометрические оси, 28
Геометрия
    -оси, 423
Группы функций G, 526

Д

Движение ускоренным ходом, 201
Двоичная
-постоянная, 442
Декартовы координаты, 14
Деталь
-контур, 192
Дополнительные оси, 424
Доступность
зависящие от системы, 5

Ж

Жесткий упор, 403
Зажимной момент, 405
Контроль, 405

З

Заданная точка, 191
Зажимной момент, 405
Закругление, 271
Запрограммированная остановка, 385
Значение S
Интерпретация, 91

И

Идентификатор, 33, 439
для системных переменных, 45
для специальных числовых данных, 45
для цепочки символов, 45
Идентификаторы переменных, 440
Идентификаторы, 36
Идентификаторы переменных, 440
Инкрементальный размер, 20
Инструмент
-группа, 70
-коррекция длин, 66
-коррекция радиуса, 67, 277
-острие, 68
-память коррекций, 68
-резец, 79
-скорость, макс., 94
-тип, 70
-типовой номер, 70
-точка смены, 23
Инструментальный суппорт
-исходная тока, 23
интерполяция
Линейная, 204
Не линейная, 204
Исходные точки, 23
Исходный радиус, 115

К

Кадр, 35
-длина, 38
-компоненты, 35
-конец, 37
-номер, 37
Последовательность операторов, 38
пропустить, 40
-структура, 35
Канал
-оси, 425
Касательная к траектории, 291
Кинематическая трансформация, 28
Команда, 35
-оси, 427
Команда движения, 191
Команды программирования
Список, 443
Комментарии, 39
Конец кадра LF, 45
Коническая резьба, 255
Контроль
Жесткий упор, 404
Контроль столкновений, 313
Контур
-вычислитель, 237
-линия, 237
подвести/выйти, 287
-точка, 292
-точность, программируемая, 416
-элемент, 191
координат детали
Система, 32
Координаты
декартовы, 193
цилиндрические, 198
координаты
Декартовы, 14
Полярные, 17, 197
Коррекция
Длины инструмента-, 66
-плоскость, 319
Радиус инструмента-, 67
Коррекция инструмента
-смещение, 83

Коррекция радиуса инструмента
CUT2D, 318
на наружных углах, 294
Коэффициент масштабирования, 362
Круги
-окружная скорость, 106
Круговая интерполяция
Винтовая интерполяция, 229

Л

Левая резьба, 250
Линейная
-интерполяция, 206
Линии контура
2 прямые, 240
3 прямые, 244
Прямая с углом, 238

М

Мастер-шпиндель, 424
Маховичок
-наложение, 142
модально, 37

Н

Набор символов, 45
Наградка, 77
Направление вращения, 26
Нарезание внутренней резьбы
без компенсирующего патрона, 260
с компенсирующим патроном, 265
Номер D, 79
Нулевая точка
Деталь-, 23
-смещение, осевое, 347
-смещение, программируемое, 343
Станок-, 23
Нулевой фрейм, 161
Нулевые точки, 23
при токарной обработке, 188

О

Обратный ход
-направление при резьбонарезании, 268
Ограничение рабочего поля
в BKS, 390
в WCS/ENS, 394
Исходные точки на инструменте, 393
Опасность столкновений, 290
Оператор, 35
Операторы
Список, 443
Оси
Lead-Link-ось, 430
PLC
-, 427
Геометрические, 423
Главный-, 423
Канал-, 425
Командные, 427
Позиционирующие, 426
Синхронные, 427
Станок-, 425
Траектория, 425
оси
Link-, 428
Остановка
запрограммированная, 385
на конце цикла, 385
по выбору, 385
Остановка по выбору, 385
Остановка предварительной обработки
внутренняя, 419
Ось
-контейнер, 429
-типы, 421

П

Память коррекций, 68
Параметр интерполяции IP, 437
Переходная окружность, 315
Переходный радиус, 295
Перешлифовка, 328
Плоскости
-смена, 354

Подача, 109
для позиционирующих осей, 134
для синхронных осей, 113
для траекторных осей, 112
Единицы измерения, 114
Зуб-, 153
-коррекция, программируемая, 138
обратная по времени, 113
-процентовка, 144
с наложением маховичка, 142
Подача на зуб, 153
Позиции
-чтение, 309
Позиционирующие оси, 426
покадрово, 37
Полюс, 195
Полярные координаты, 17, 197
Полярный радиус, 198
полярный радиус, 17
Полярный угол, 198
полярный угол, 17
Поперечная ось, 180, 189
Постоянная
Двоичная постоянная, 442
Постоянные Integer, 441
Шестнадцатеричная постоянная, 441
Правая резьба, 250
Правило правой руки, 26
Присвоение значения, 38
Программа
-"шапка", 47
-имя, 33
-конец, 37, 385
Программа ЧПУ
создать, 43
Программирование диаметра, 180
Программирование конечной точки, 304
Программирование окружности
с апертурным углом и центром, 209, 218
с полярным углом и полярным радиусом, 209
с полярными координатами, 220
с промежуточной и конечной точкой, 209, 222
с радиусом и конечной точкой, 209, 216
с тангенциальным переходом, 209
с центром и конечной точкой, 209, 212
Программирование радиуса, 180
Программирование ЧПУ
Набор символов, 45
Пространственный угол, 360

Р

Рабочая плоскость, 22, 165
Радиус
эффективный, 115
Расширенный адрес, 437
Режим управления траекторией, 328
Резцы
-исходная тока, 323
-номер, 80
-положение, 68
-положение, релевантное, 323
-радиус, 68
-центр, 68
-число у контурных инструментов, 317
Резьба
многозаходная, 249
-направление вращения, 250
-нарезание, 248, 267
-цепочка, 249
Резьбонарезание, 258
Референтная точка, 23
Реферирование, 397
Рывок
-ограничение, 408

С

Сверло, 73
Синхронные
-оси, 427
Система
-зависящие, доступность, 5
Система координат детали, 32
Система координат станка, 25
система нулевой точки
Настраиваемая, 31
Системы координат, 13, 25
Скорость
резания-, 93
Скорость подачи, 206
Скорость резания, 93
скорость резания
постоянная, 100
смещение
Длины инструмента-, 83
Радиус инструмента-, 83
Смещение нулевой точки
Значения смещения, 163
устанавливаемое, 159
смещение нулевой точки
Устанавливаемое, 31

Смещение позиции, 375
Смещение стартовой точки
при резьбонарезании, 249
Сообщения, 387
Составной размер, 20
Специальные символы, 45
Специальный инструмент, 77
Спиральная интерполяция, 229
Спиральная резьба, 254
Станок
-оси, 425
Стартовая точка, 23, 191

Т

Типы осей
Дополнительные оси, 424
Токарный инструмент, 75
Точка упора, 23
Точка/угол подвода, 289
Точный останов, 325
Траектория
-оси, 425
Трансформации координат (фреймы), 31

У

Угол
Угол линии контура, 238, 240, 244
Угол контура
закруглить, 271
снять фаску, 271
Указание размеров, 168
в диаметре, 180
в дюймах, 177
в миллиметрах, 177
в радиусе, 180
для круговых осей и шпинделей, 175
Указание размеров в дюймах, 177
Указание размеров в миллиметрах, 177
Указание составного размера, 171
Уровни пропуска, 41
Ускорение
Режим, 408

Ф

Фаска, 271
Фиксированная точка
Подвод, 398
Формат RS232, 34
Фрезерный инструмент, 71
Фрейм, 337
-вращение, с пространственным углом, 360
выключить, 374
-масштабирование, программируемое, 362
-операторы, 339
-отражение, программируемое, 365
Фреймы, 31
Функции G, 526
Функции M, 383

Х

Ход
-расчет, 433

Ц

Цилиндрическая резьба, 253
Цилиндрические координаты, 198

Ш

Шаг резьбы, 258
Шестнадцатеричная
-постоянная, 441
Шлифовальный инструмент, 74
Шпиндель
Выполнить позиционирование, 124
Главный-, 424
-направление вращения, 89
-ограничение скорости, 108
-режим, ориентации, 123
-скорость, 89, 93
Функции M, 385

Э

Эвольвента, 232