HEIDENHAIN

Руководство пользователя Диалог программирования открытым текстом HEIDENHAIN

TNC 320

Программное обеспечение NC
340 551-03

Русский (ru)
11/2008

Элементы управления дисплея

Выбор разделения экрана дисплея

Выбор между основным и фоновым режимами работы

Перепрограммируемые клавиши (Softkey): выбор функции на дисплее

Переключение панелей Softkey

Клавиатура: ввод букв и символов

Q W E R T Y G F S T M — Имя файла, Комментарии, DIN/ISO-программы

Выбор режима работы станка

Режим ручного управления

Электронный маховичок

Позиционирование с ручным вводом данных

Покадровое выполнение программы

Выполнение программы в автоматическом режиме

Выбор режимов работы при программировании

Программирование и редактирование

Тест программы

Управление программами/файлами, функции ЧПУ

PGM MGT — Управление файлами
Внешний вывод данных

PGM CALL — Определение вызова программы, выбор таблиц нулевых и стандартных точек

MOD — Выбор MOD-функции

HELP — Функция помощи при аварийных сообщениях

ERR — Индикация всех имеющихся сообщений об ошибках

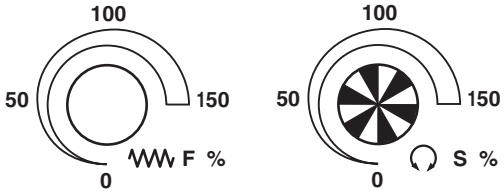
CALC — Вызов калькулятора

Перемещение курсора между кадрами программы и выбор кадров, циклов или функций параметров напрямую

Перемещение курсора внутри кадра

GOTO — Переход к кадру, циклу или функции параметров

Потенциометры реулирования величины скорости подачи/скорости вращения шпинделя



Программирование траекторий

APPR DEP — Вход в контур/выход из контура

FK — FK-программирование свободного контура

L — Прямая

CC — Центр окружности/полюс для полярных координат

C — Круговая траектория вокруг центра окружности

CR — Круговая траектория с радиусом

CT — Круговая траектория с переходом в прямую по касательной

CHF RND — Фаска/радиусная обработка углов

Данные инструментов

TOOL DEF TOOL CALL — Определение параметров и вызов

Циклы, подпрограммы и повторы частей программ

CYCL DEF CYCL CALL — Определение и вызов циклов

LBL SET LBL CALL — Ввод и вызов подпрограмм и повторов частей программ

STOP — Безусловный останов программы

TOUCH PROBE — Определение циклов измерительного щупа

Ввод и редактирование значений координат

X ... V — Выбор или ввод в программу значений осей координат

0 ... 9 — Цифры

• −/+ — Десятичная точка/изменение знака числа

P I — Программирование в полярных координатах/ инкрементальных значениях

Q — Программирование Q-параметров/состояние Q-параметров

Присвоение фактической позиции, значений из калькулятора

NO ENT — Игнорирование вопросов диалога и удаление слов

ENT — Подтверждение ввода и продолжение диалога

END — Завершение кадра, окончание ввода

CE — Сброс введенных числовых значений или удаление сообщения об ошибке ЧПУ

DEL — Прерывание диалога, удаление части программы

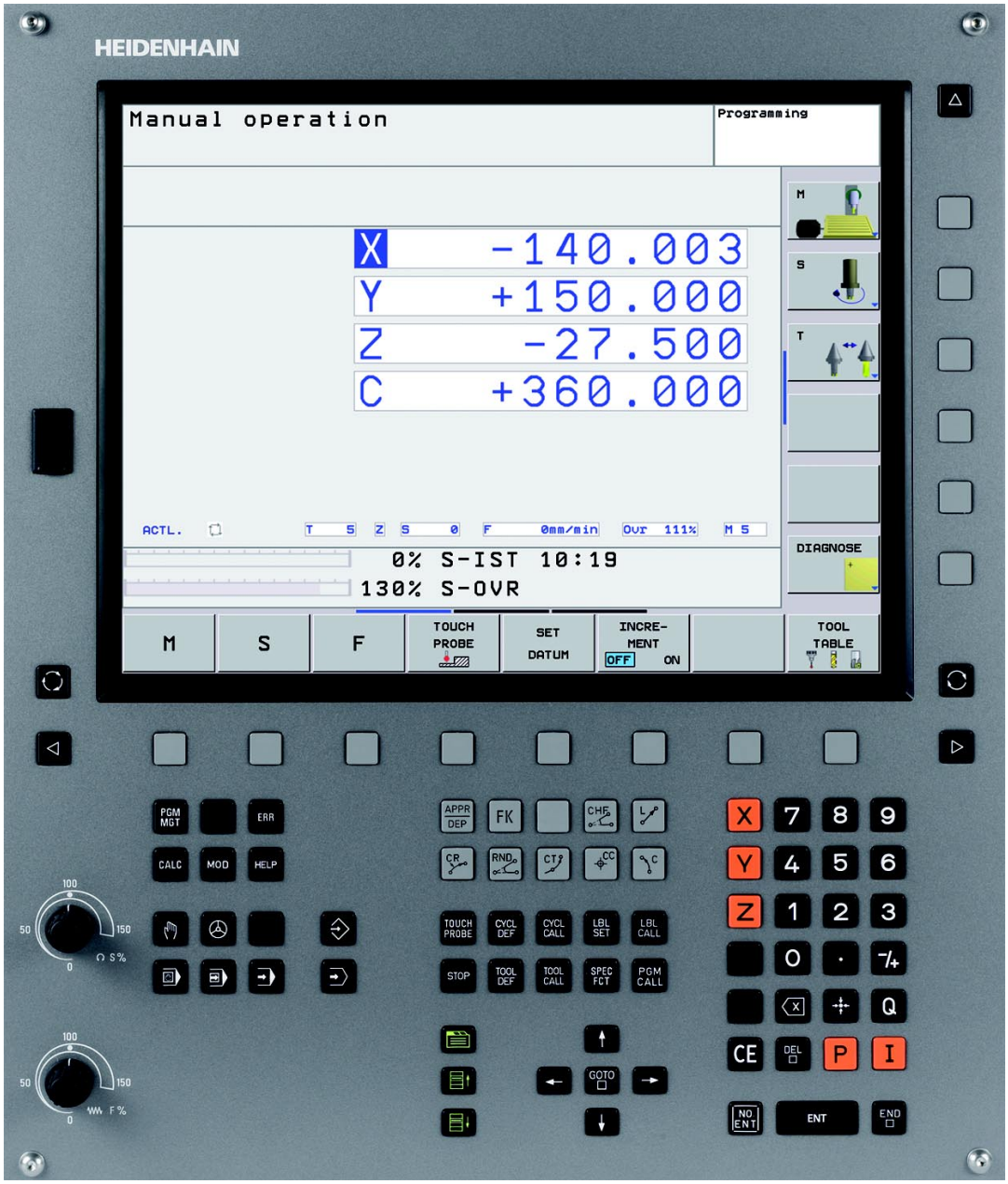
Удаление отдельных символов

Специальные функции/smarT.NC

SPEC FCT — Индикация специальных функций

Отсутствие функции

Диалоговое поле или экранная кнопка переключения вперед/назад


HEIDENHAIN
Manual operation
Programming
X -140.003
Y +150.000
Z -27.500
C +360.000
ACTL.
0% S-IST 10:19
130% S-OVR
DIAGNOSE
M
S
F
TOUCH PROBE
SET DATUM
INCRE-MENT
OFF ON
TOOL TABLE
PGM MGT
ERR
CALC
MOD
HELP
APPR DEP
FK
CHF
CR
RND
CT
CC
C
TOUCH PROBE
CYCL DEF
CYCL CALL
LBL SET
LBL CALL
STOP
TOOL DEF
TOOL CALL
SPEC FCT
PGM CALL
GOTO
CE
DEL
P
I
Q
NO ENT
ENT
END

Тип ЧПУ, программное обеспечение и функции

В данном руководстве описываются функции, предлагаемые в системе ЧПУ, начиная со следующих номеров программного обеспечения ЧПУ.

Тип ЧПУ	Номер ПО ЧПУ
TNC 320	340 551-03
TNC 320 Программная станция	340 554-03

Адаптацию объема доступных функций ЧПУ к определенному станку осуществляет производитель станка путем установки параметров станка. Поэтому в данном руководстве также описаны и те функции, которые доступны не во всех ЧПУ.

Например, не все станки поддерживают следующие функции ЧПУ:

- функция ощупывания для трехмерного измерительного щупа
- нарезание внутренней резьбы без компенсатора
- повторный вход в контур после перерывов в обработке

Кроме того, TNC 320 снабжена опциями, которые могут быть активированы производителем станка.

Опции аппаратного обеспечения
Дополнительная ось для 4 осей и неследящего шпинделя
Дополнительная ось для 5 осей и неследящего шпинделя

ПО-опция 1
Интерполяция боковой поверхности цилиндра (циклы 27, 28 и 29)
Наклон плоскости обработки (цикл 19 и softkey (перепрограммируемая клавиша) 3D-ROT в режиме работы "Ручное управление"

Чтобы узнать фактическое количество функций вашего станка, обратитесь к его производителю.

Многие производители станков и фирма HEIDENHAIN предоставляют курсы программирования систем ЧПУ. Участие в подобных курсах рекомендуется для интенсивного ознакомления с функциями ЧПУ.

Руководство пользователя, циклы измерительных щупов:

Все функции измерительных щупов описаны в отдельном руководстве пользователя. Для того, чтобы получить данную инстуркцию отправьте запрос на фирму HEIDENHAIN. ID: 661 873-R0

Уровень версии (функции обновления)

Наряду с дополнительными функциями ПО управление существенными модификациями программного обеспечения ЧПУ осуществляется с помощью функций обновления, так называемого **F**eature **C**ontent **L**evel (англ. термин для уровня версии). Функции, относящиеся к FCL, недоступны пользователю при получении обновления ПО ЧПУ.

При покупке нового станка все функции обновления ПО предоставляются без дополнительной оплаты.

Функции обновления ПО обозначаются в руководстве с помощью символа **FCL n**, где **n** отражает текущий номер версии.

Вы можете активировать FCL-функции для постоянного пользования, купив цифровой код. Для этого необходимо обратиться к производителю станка или на фирму HEIDENHAIN.

Предполагаемая область применения

ЧПУ соответствует классу A согласно европйскому стандарту EN 55022 и основном предназначается для применения в промышленности.

Новые функции 340 55x-03

- Теперь ЧПУ подерживает также управление опорными точками через таблицу предустановок (смотри „Управление точками привязки с помощью таблицы предустановок”, страница 54)
- ЧПУ поддерживает также наклон плоскостей обработки на станках с поворотными головками и поворотными столами (смотри „Разворот плоскости обработки (ПО-опция 1)”, страница 60 и смотри „ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, ПО-опция 1)”, страница 351)
- Цикл 240 Центрирование (смотри „ЦЕНТРОВКА (цикл 240)” на странице 217)
- Цикл 208 Цикл 208 Горизонтальная расточка: теперь имеется возможность выбора типа фрезерования (встречное/попутное) (смотри „СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 208)” на странице 234)
- Цикл 209 Нарезание внутренней резьбы, ломка стружки: добавлен быстрый отвод (смотри „НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ (цикл 209)” на странице 240)
- Добавлены новые циклы измерительных щупов с 400 по 405 для автоматического определения и компенсации смещения заготовки (см. руководство пользователя по циклам измерительных щупов)
- Добавлены новые циклы измерительных щупов с 408 по 419 для автоматической установки опорной точки (см. руководство пользователя по циклам измерительных щупов)
- Добавлены новые циклы измерительных щупов с 420 по 431 для автоматического измерения заготовки (см. руководство пользователя по циклам измерительных щупов)
- Добавлены новые циклы измерительных щупов с 480 (30) по 483 (33) для автоматического измерения инструмента (см. руководство пользователя по циклам измерительных щупов)
- Цикл 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ и перепрограммируемая клавиша 3D-ROT (смотри „Разворот плоскости обработки (ПО-опция 1)” на странице 60)
- Диалоговая клавиша возврата (Backspace) (смотри страница 32)

Содержание

Введение 1

Ручное управление и наладка 2

Позиционирование с ручным вводом данных 3

Программирование: основы управления файлами, средства программирования 4

Программирование: инструменты 5

Программирование: программирование контуров 6

Программирование: дополнительные функции 7

Программирование: циклы 8

Программирование: подпрограммы и повторы частей программ 9

Программирование: Q-параметры 10

Тестирование программы и отработка программы 11

MOD-функции 12

Техническая информация 13

1 Введение 29

1.1 Система управления TNC 320 30
Программирование: диалог программирования открытым текстом HEIDENHAIN 30
Совместимость 30
1.2 Дисплей и пульт управления 31
Дисплей 31
Разделение экрана дисплея 32
Пульт управления 32
1.3 Режимы работы 33
Режим ручного управления и электронного маховичка 33
Позиционирование с ручным вводом данных 33
Программирование 34
Тест программы 34
Выполнение программы в автоматическом и покадровом режимах 35
1.4 Индикация состояния 36
„Общая” индикация состояния 36
Дополнительные индикации состояния 38
1.5 Дополнительные устройства: щупы и эл. маховички HEIDENHAIN 41
Измерительные щупы 41
Щуп для измерения инструмента TT 140 42
Электронные маховички HR 42

2 Ручное управление и наладка 43

2.1 Включение, выключение 44

Включение 44

Выключение 46

2.2 Перемещение осей станка 47

Указание 47

Перемещение оси с помощью внешних клавиш направления 47

Перемещение по инкрементам 48

Перемещение с помощью электронного маховичка HR 410 49

2.3 Скорость вращения шпинделя S, подача F и дополнительная M-функция 50

Применение 50

Ввод значений 50

Коррекция скорости вращения шпинделя и подачи 51

2.4 Привязка к заготовке (без измерительного щупа) 52

Указания 52

Подготовка 52

Привязка с помощью клавиш выбора оси 53

Управление точками привязки с помощью таблицы предустановок 54

2.5 Разворот плоскости обработки (ПО-опция 1) 60

Применение, принцип работы 60

Обнуление в режиме разворота плоскости обработки 62

Индикация положения в режиме разворота плоскости обработки 62

Ограничения при развороте плоскости обработки 62

Разворот в ручном режиме 63

3 Позиционирование с ручным вводом данных 65

3.1 Программирование и отработка простых программ 66

Позиционирование с ручным вводом данных 66

Сохранение или удаление данных из $MDI 69

4 Программирование: основные положения, управление файлами, средства программирования 71

4.1 Основные положения 72

Датчики положения и референтные метки 72

Базовая система координат 72

Базовая система координат на фрезерных станках 73

Обозначение осей на фрезерных станках 73

Полярные координаты 74

Абсолютные и инкрементальные координаты заготовки 75

Определение точки привязки 76

4.2 Управление файлами: основы 77

Файлы 77

Клавиатура дисплея 79

Защита данных 79

4.3 Работа с файлами 80

Директории 80

Пути доступа 80

Обзор: функции управления файлами 81

Вызов управления файлами 82

Выбор дисководов, директорий и файлов 83

Создание новой директории 84

Копирование файла 85

Копирование директории 85

Выбор одного из последних 10 выбранных файлов 86

Удаление файла 86

Удаление директории 86

Выделение файлов 87

Переименование файла 88

Сортировка файлов 88

Дополнительные функции 88

Передача данных на внешний носитель данных/с внешнего носителя 89

Копирование файла в другую директорию 91

Система ЧПУ в сети 92

USB-устройства, подключенные к ЧПУ 93

4.4 Открытие и ввод программ 94

Структура NC-программы в диалоге открытым текстом HEIDENHAIN 94

Определение заготовки: **BLK FORM** 94

Создание новой программы обработки 95

Программирование в диалоге открытым текстом 97

Присвоение фактических занчений координат 98

Редактирование программы 99

Функция поиска в системе ЧПУ 103

4.5 Графика при программировании 105
Графика выполняется/не выполняется при программировании 105
Графическое воспроизведение существующей программы 105
Индикация и выключение номеров кадров 106
Удаление графики 106
Увеличение или уменьшение фрагмента 106
4.6 Оглавление программ 107
Определение, возможности применения 107
Отображение окна оглавления/переход к другому активном окну 107
Вставка кадра группировки в окне программы (слева) 107
Отображение кадров по оглавлению 107
4.7 Вставка комментария 108
Применение 108
Вставка строки комментария 108
Функции редактирования комментария 108
4.8 Калькулятор 109
Использование 109
4.9 Сообщения об ошибках 111
Индикация ошибок 111
Открытие окна ошибок 111
Закрытие окна ошибок 111
Подробные сообщения об ошибках 112
Softkey ВНУТР. ИНФОРМ. 112
Удаление ошибки 113
Протокол ошибок 113
Протокол клавиш 114
Тексты подсказок 115
Сохранение сервис-файлов в памяти 115

5 Программирование: инструменты 117

5.1 Ввод данных инструментов 118
Скорость подачи F 118
Скорость вращения шпинделя S 119
5.2 Параметры инструмента 120
Условия выполнения коррекции инструмента 120
Номер инструмента, название инструмента 120
Длина инструмента L 120
Радиус инструмента R 121
Значения "дельта" для длины и радиуса 121
Ввод данных инструмента в программу 121
Ввод данных инструмента в таблицу 122
Таблица мест для устройства смены инструмента 128
Вызов данных инструмента 131
5.3 Коррекция инструмента 133
Введение 133
Коррекция на длину инструмента 133
Коррекция на радиус инструмента 134

6 Программирование: программирование контуров 137

6.1 Движения инструмента 138
Функции траектории 138
Программирование свободного контура FK 138
Дополнительные M-функции 138
Подпрограммы и повтораы частей программ 138
Программирование при помощи Q-параметров 138
6.2 Основная информация о функциях траекторий 139
Программирование движения инструмента в программе обработки 139
6.3 Вход в контур и выход из него 142
Обзор: формы траектории для входа в контур и выхода из него 142
Важные позиции при входе и выходе 143
Подвод по прямой вдоль контура: APPR LT 145
Подвод перпендикулярно контуру: APPR LN 145
Подвод по касательной дуге вдоль контура: APPR CT 146
Подвод вдоль контура по касательной дуге, плавно переходящей в прямую: APPR LCT 147
Отвод по прямой вдоль контура: DEP LT 148
Отвод перпендикулярно кунтуру: DEP LN 148
Отвод по касательной дуге вдоль контура: DEP CT 149
Отвод вдоль контура по касательной дуге, плавно переходящей в прямую: DEP LCT 150
6.4 Движение по траектории – декартовы координаты 151
Обзор функций траектории 151
Прямая L 152
Снятие фаски CHF между двумя прямыми 153
Скругление углов RND 154
Центр окружности CC 155
Круговая траектория C с центром окружности CC 156
Круговая траектория CR с указанием радиуса 157
Круговая траектория CT с плавным сопряжением участков контура 159
6.5 Движение по траектории – полярные координаты 164
Обзор 164
Начало полярных координат: полюс CC 165
Линейная траектория LP 165
Круговая траектория CP с центром CC 166
Круговая траектория CTP с плавным примыканием 166
Винтовая линия (спираль) 167

6.6 Движение по траектории – программирование свободного контура FK 171
Основные положения 171
Графика при FK-программировании 173
Открытие диалога FK-программирования 174
Координаты полюса при FK-программировании 174
Программирование линейных перемещений 175
Программирование круговых перемещений в режиме FK-программирования 176
Возможности ввода 177
Вспомогательные точки 180
Ссылки 181

7 Программирование: дополнительные функции 189

7.1 Ввод дополнительных М-функций и СТОП 190
Основные положения 190
7.2 Дополнительные функции контроля выполнения программы, шпинделя и подачи СОЖ 192
Обзор 192
7.3 Дополнительные функции ввода координат 193
Программирование фиксированных координат станка: M91/M92 193
Позционирование в системе координат без наклона при наклонной плоскости обработки: M130 195
7.4 Дополнительные функции траектории контура 196
Обработка небольших уступов контура: функция M97 196
Полная обработка разомкнутых углов контура: M98 198
Скорость подачи на дугах окружности: M109/M110/M111 199
Предварительная обработка кадров с коррекцией на радиус (LOOK AHEAD): M120 200
Позиционирование при помощи маховичка во время выполнения программы: M118 202
Выход из контура в направлении оси инструмента: M140 203
Подавление контроля измерительного щупа: M141 204
Отмена разворота плоскости обработки: M143 204
Автоматически отвести инструмент от контура при NC-остановке: M148 205
7.5 Дополнительные функции круговых осей 206
Подача в мм/мин на осях вращения A, B, C: M116 (опция ПО 1) 206
Перемещение круговых осей по оптимизированному пути: M126 207
Сокращение индикации оси вращения на значение ниже 360°: M94 208

8 Программирование: циклы 209

8.1 Работа с циклами 210
Циклы станка 210
Определение цикла с помощью перепрограммируемых клавиш 211
Определение цикла при помощи функции GOTO 211
Обзор циклов 212
Вызов циклов 213
8.2 Циклы сверления, нарезания резьбы метчиком и резьбофрезерования 215
Обзор 215
ЦЕНТРОВКА (цикл 240) 217
СВЕРЛЕНИЕ (цикл 200) 219
РАЗВЁРТЫВАНИЕ (цикл 201) 221
РАСТОЧКА (цикл 202) 223
УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 203) 226
РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ (цикл 204) 228
УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 205) 231
СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 208) 234
НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, с компенсатором НОВИНКА (цикл 206) 236
НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ без компенсатора GS, НОВИНКА (цикл 207) 238
НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ (цикл 209) 240
Основные положения по фрезерованию резьбы 243
РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 262) 245
РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ (цикл 263) 248
СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 264) 252
СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 265) 256
ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ (цикл 267) 260
8.3 Циклы фрезерования карманов, цапф и канавок 266
Обзор 266
ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ (цикл 4) 267
ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КАРМАНА (цикл 212) 269
ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФ (цикл 213) 272
КРУГЛЫЙ КАРМАН (цикл 5) 274
ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОГО КАРМАНА (цикл 214) 276
ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦИЛЛИНДРИЧЕСКОЙ ЦАПФЫ (цикл 215) 278
Маятниковая обработка КАНАВКИ (цикл 210) 280
КРУГЛАЯ КАНАВКА, выполненная при врезании маятниковым движением (цикл 211) 283
8.4 Циклы для выполнения групп отверстий 289
Обзор 289
ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ОКРУЖНОСТИ (цикл 220) 290
ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ЛИНИИ (цикл 221) 292

8.5 SL-циклы 296
Основные положения 296
Обзор SL-циклов 298
КОНТУР (цикл 14) 299
Перекрывающие друг друга контуры 299
ДАННЫЕ КОНТУРА (цикл 20) 302
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 21) 303
ПРОТЯЖКА (цикл 22) 304
ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДНА (цикл 23) 306
ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ (цикл 24) 307
ПРОТЯЖКА КОНТУРА (цикл 25) 308
Предписанные значения программы для циклов обработки боковых поверхностей цилиндра (ПО-опция 1) 310
БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА (цикл 27, ПО-опция 1) 311
БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование канавок (цикл 28, ПО-опция 1) 313
БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование цапф (цикл 29, ПО-опция 1) 315
8.6 Циклы строчного фрезерования поверхностей 326
Обзор 326
СТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 230) 327
СТАНДАРТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (цикл 231) 329
ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ (цикл 232) 332
8.7 Циклы преобразования координат 339
Обзор 339
Действие преобразования координат 340
Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ (цикл 7) 341
Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ при помощи таблиц нулевых точек (цикл 7) 342
ЗАДАНИЕ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ (цикл 247) 345
ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ (цикл 8) 346
ПОВОРОТ (цикл 10) 348
МАСШТАБИРОВАНИЕ (цикл 11) 349
МАСШТАБИРОВАНИЕ ОСИ (цикл 26) 350
ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, ПО-опция 1) 351
8.8 Специальные циклы 359
ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ (цикл 9) 359
ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ (цикл 12) 360
ОРИЕНТАЦИЯ ШПИНДЕЛЯ (цикл 13) 361
ДОПУСК (цикл 32) 362

9 Программирование: подпрограммы и повторы частей программы 365

9.1 Обозначение подпрограмм и повторов частей программы 366

Метка 366

9.2 Подпрограммы 367

Принцип работы 367

Указания для программирования 367

Программирование подпрограммы 367

Вызов подпрограммы 367

9.3 Повторы частей программы 368

Метка LBL 368

Принцип работы 368

Указания для программирования 368

Программирование повтора части программы 368

Вызов повтора части программы 368

9.4 Использование любой программы в качестве подпрограммы 369

Принцип работы 369

Указания для программирования 369

Использование любой программы в качестве подпрограммы 369

9.5 Вложенные подпрограммы 371

Виды вложенных подпрограмм 371

Глубина вложенных подпрограмм. 371

Подпрограмма в подпрограмме 371

Повторы повторяющихся частей программы 373

Повторение подпрограммы 374

9.6 Примеры программирования 375

10 Программирование: Q-параметры 381

10.1 Принцип действия и обзор функций 382
Указания для программирования 383
Вызов функций Q-параметров 383
10.2 Группы деталей – использование Q-параметров вместо числовых значений 384
Примеры NC-кадров 384
Пример 384
10.3 Описание контуров с помощью математических функций 385
Применение 385
Обзор 385
Программирование основных арифметических действий 386
10.4 Тригонометрические функции (тригонометрия) 387
Определения 387
Программирование тригонометрических функций 388
10.5 Расчет окружности 389
Применение 389
10.6 If...to-решения при помощи Q-параметров 390
Применение 390
Безусловные переходы 390
Программирование if...to-решений 390
Использованные сокращения и термины 391
10.7 Контроль и изменение Q-параметров 392
Порядок действий 392
10.8 Дополнительные функции 393
Обзор 393
FN14: ERROR: сообщение об ошибках 394
FN 16: F-PRINT: выдача текстов и отформатированных Q-параметров 398
FN18: SYS-DATUM READ: считывание данных системы 403
FN19: PLC: передача значений в PLC 411
FN20: WAIT FOR: синхронизировать NC и PLC 412
FN29: PLC: передача значений в PLC 414
FN37: ЭКСПОРТ 414
10.9 Доступ к таблицам с SQL-инструкциями 415
Введение 415
Транзакция 416
Программирование SQL-инструкций 418
Обзор клавиш Softkey 418
SQL BIND 419
SQL SELECT 420
SQL FETCH 423
SQL UPDATE 424
SQL INSERT 424
SQL COMMIT 425
SQL ROLLBACK 425

10.10 Непосредственный ввод формулы 426
Ввод формулы 426
Правила вычислений 428
Пример ввода 429
10.11 Параметры строки 430
Функции обработки строки 430
Присвоение параметров строки 431
Соединение параметров строки в цепочку 431
Преобразование цифрового значения в параметр строки 432
Копирование части строки из параметра строки 433
Преобразование параметра строки в цифровое значение 434
Проверка параметра строки 435
Определение длины параметра строки 436
Сравнение алфавитных последовательностей 437
10.12 Q-параметры с заданными значениями 438
Значения из PLC: от Q100 до Q107 438
Активный радиус инструмента: Q108 438
Ось инструментов: Q109 438
Состояние шпинделя: Q110 439
Подача СОЖ: Q111 439
Коэффициент перекрытия: Q112 439
Размеры, указанные в программе: Q113 439
Длина инструмента: Q114 439
Координаты после ощупывания во время выполнения программы 440
Отклонение фактического значения от заданного при автоматическом измерении инструмента с помощью TT 130 441
Разворот плоскости обработки с помощью углов заготовки: координаты, рассчитанные системой ЧПУ для осей вращения 441
Результаты измерения циклов измерительного щупа (см. также руководство пользователя "Циклы измерительных щупов") 442
10.13 Примеры программирования 444

11 Тест программы и отработка программы 451

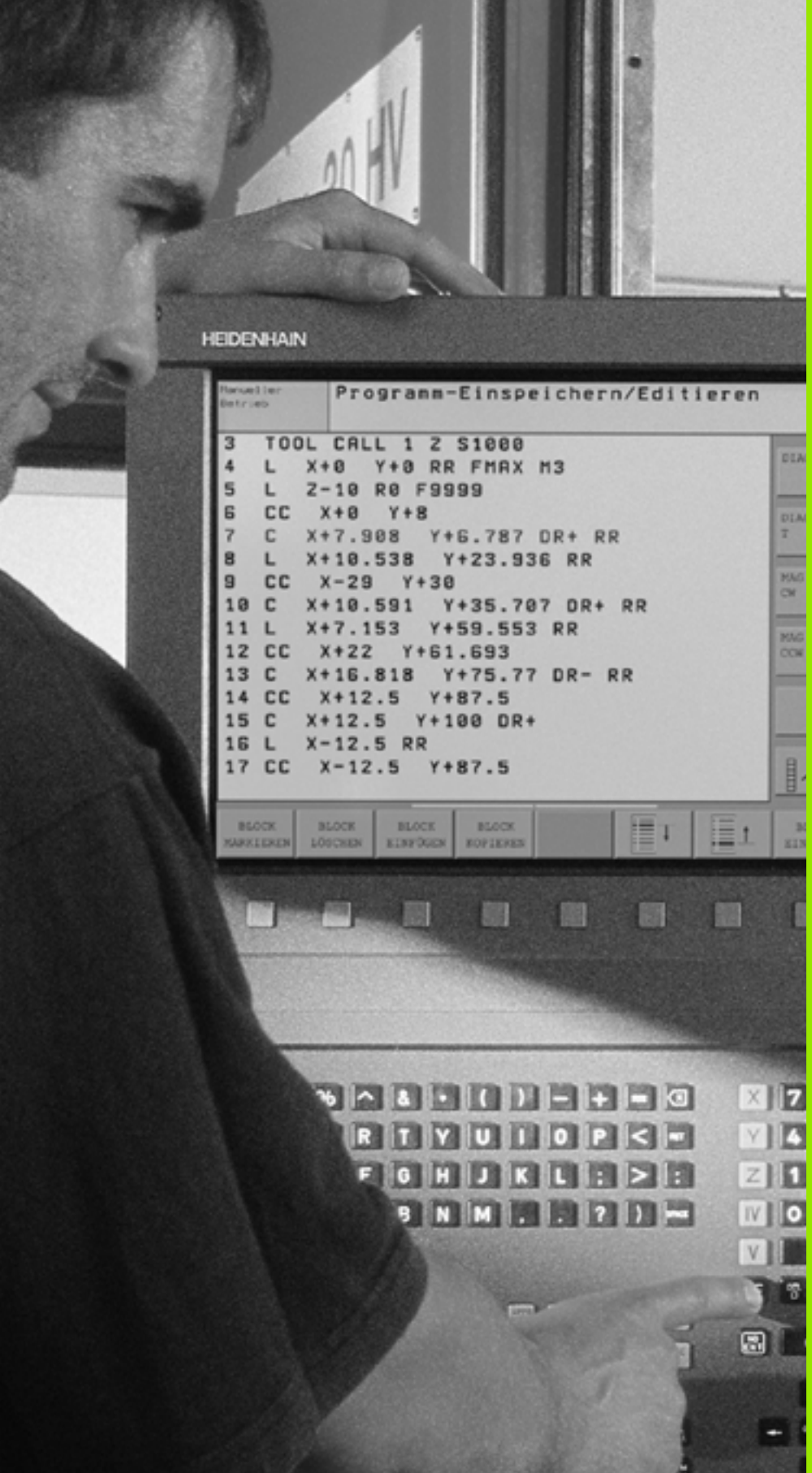
11.1 Графика 452
Применение 452
Обзор: виды 453
Вид сверху 453
Изображение в 3 плоскостях 454
Трехмерное изображение 455
Увеличение фрагмента 456
Повтор графического моделирования 458
Определение времени обработки 458
11.2 Изображение заготовки в рабочем пространстве 459
Применение 459
11.3 Функции индикации программы 460
Обзор 460
11.4 Тест программы 461
Применение 461
11.5 Отработка программы 464
Применение 464
Выполнение программы обработки 465
Прерывание обработки 465
Перемещение осей станка во время прерывания 466
Продолжение выполнения программы после прерывания 467
Вход в программу в произвольном месте (поиск кадра) 468
Повторный подвод к контуру 469
11.6 Автоматический запуск программы 470
Применение 470
11.7 Пропуск кадров 471
Применение 471
Вставка „/“-знака 471
Удаление „/“-знака 471
11.8 Приостановка выполнения программы по выбору оператора 472
Применение 472

12 MOD-функции 473

12.1 Выбор MOD-функции 474
Выбор MOD-функции 474
Изменение настроек 474
Выход из MOD-функции 474
Обзор MOD-функций 475
12.2 Номера ПО 476
Применение 476
12.3 Выбор индикации положения 477
Применение 477
12.4 Выбор системы измерения 478
Применение 478
12.5 Индикация рабочего времени 479
Применение 479
12.6 Ввод кодового числа 480
Применение 480
12.7 Настройка интерфейса передачи данных 481
Последовательный интерфейс в TNC 320 481
Применение 481
Настройка RS-232-интерфейса 481
Установка СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В БОДАХ (baudRate) 481
Настройка протокола (protocol) 481
Настройка битов данных (dataBits) 482
Проверка четности (parity) 482
Настройка стоп-битов (stopBits) 482
Настройка Handshake (flowControl) 482
Настройки для передачи данных с TNCserver ПО ПК 483
Выбор режима работы внешнего устройства (fileSystem) 483
ПО для передачи данных 484
12.8 Ethernet-интерфейс 486
Введение 486
Возможности подключения 486
Подключение системы управления к сети 487

13 Таблицы и обзоры 493

13.1 Индивидуальные параметры пользователя станка 494
Применение 494
13.2 Разводка контактов и кабели для интерфейсов передачи данных 502
Интерфейс V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-устройства 502
Устройства других производителей 503
Интерфейс Ethernet-сети RJ45-гнездо 503
13.3 Техническая информация 504
13.4 Замена буферной батареи 509


HEIDENHAIN
Programm-Einspeichern/Editieren
3 TOOL CALL 1 Z S1000
4 L X+0 Y+0 RR FMAX M3
5 L Z-10 R0 F9999
6 CC X+0 Y+8
7 C X+7.908 Y+6.787 DR+ RR
8 L X+10.538 Y+23.936 RR
9 CC X-29 Y+30
10 C X+10.591 Y+35.707 DR+ RR
11 L X+7.153 Y+59.553 RR
12 CC X+22 Y+61.693
13 C X+16.818 Y+75.77 DR- RR
14 CC X+12.5 Y+87.5
15 C X+12.5 Y+100 DR+
16 L X-12.5 RR
17 CC X-12.5 Y+87.5

1

Введение

1.1 Система управления TNC 320

Системы ЧПУ фирмы HEIDENHAIN - это системы управления, ориентированные на работу в цеху, с помощью которых можно простым, доступным способом программировать стандартные типы обработки в диалоге открытым текстом непосредственно на станке. Система TNC 320 предназначена для применения на фрезерных и сверлильных станках с 4 осями (вариант на выбор: 5 осей). Вместо четвертой или пятой оси при программировании можно также настраивать угловое положение шпинделя.

Пульт управления и изображение на дисплее представлены в наглядной форме, так что можно быстро и легко получать доступ ко всем функциям.

Программирование: диалог программирования открытым текстом HEIDENHAIN

Составление программ в диалоге программирования открытым текстом HEIDENHAIN, удобном для пользователя, является необычайно простой операцией. Графика при программировании отображает отдельные шаги обработки во время ввода программы. В качестве дополнительной функции используется программирование свободного контура FK, если нет в наличии соответствующего NC-чертежа. Графическое моделирование обработки заготовки возможно как во время тестирования программы, так и в процессе ее отработки.

Программу можно вводить и тестировать также в тот момент, когда другая программа уже выполняет обработку заготовки.

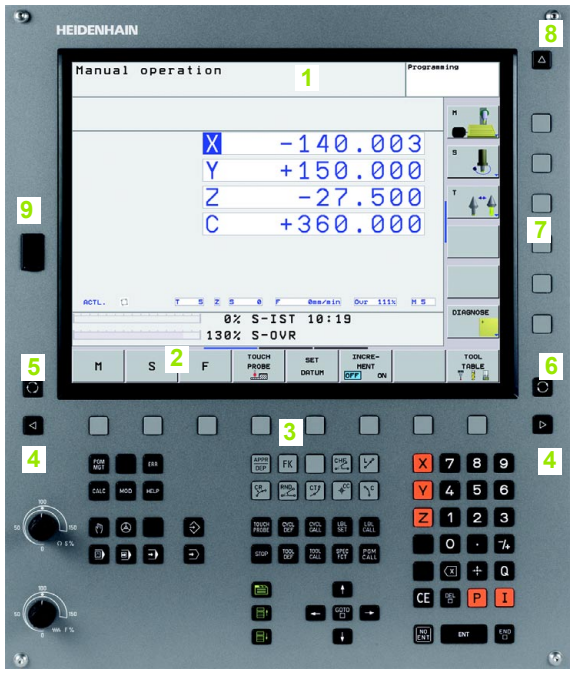
Совместимость

Пределы производительности TNC 320 не соответствуют системам управления конструктивного ряда TNC 4xx и iTNC 530. Поэтому, программы обработки, созданные в системах ЧПУ HEIDENHAIN (начиная с TNC 150 B), отрабатываются TNC 320 только условно. Если NC-кадры содержат недействительные элементы, они обозначаются системой ЧПУ при считывании как ERROR-кадры.

1.2 Дисплей и пульт управления

Дисплей

ЧПУ поставляется с 15-дюймовым плоским дисплеем TFT (см. иллюстрацию справа вверху).



1 Заглавная строка

При включенном ЧПУ в заглавной строке дисплея отображаются выбранные режимы работы: слева - режимы работы станка, а справа - режимы работы при программировании. В более широком поле заглавной строки указан тот режим работы, на который переключен дисплей: там появляются вопросы диалогового окна и тексты сообщений (исключение: если ЧПУ обеспечивает только индикацию графики).

2 Клавиши Softkey

В нижней строке ЧПУ выводятся другие функции на панели softkey. Выбор этих функций осуществляется с помощью клавиш, расположенных ниже. Для ориентации узкие полосы непосредственно над панелью softkey указывают на количество панелей softkey, которые можно выбрать черными клавишами со стрелкой, находящимися снаружи. Активная панель softkey отображается подсвеченной полосой.

3 Клавиши выбора softkey

4 Переключение панелей softkey

5 Разделение экрана дисплея

6 Клавиша переключения дисплея для режимов работы станка и режимов работы при программировании

7 Клавиши выбора softkey для клавиш softkey производителя станков

8 Переключение панелей softkey производителя станков

9 Подключение через USB

Разделение экрана дисплея

Пользователь выбирает разделение участков дисплея: таким образом, ЧПУ в режиме "Программирование" может показывать программу в левом окне, одновременно с тем, как в правом окне отображается, например, графика при программировании. В качестве альтернативы можно также вывести в правом окне индикацию состояния или только программу в одном большом окне. Тип окна, отображаемого ЧПУ, зависит от выбранного режима работы.

Разделение экрана дисплея:

Нажмите клавишу переключения участка дисплея: на панели softkey отобразятся возможные типы разделения дисплея, смотри „Режимы работы”, страница 33

Выберите участок дисплея с помощью softkey

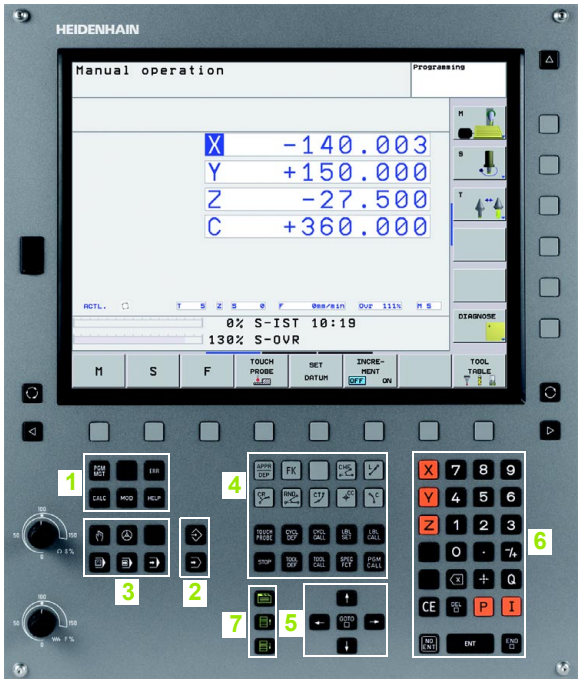
Пульт управления

Система управления TNC 320 поставляется со встроенным пультом управления. На рисунке справа, вверху показаны элементы управления пульта:

1 ■ Управление файлами
■ Калькулятор
■ MOD-функция
■ HELP-функция (ПОМОЩЬ)
2 Режимы программирования
3 Режимы работы станка
4 Открытие диалоговых окон программирования
5 Клавиши со стрелкой и операция перехода GOTO
6 Ввод числовых значений и выбор оси
7 Клавиши навигации

Функции отдельных клавиш перечислены на обратной стороне обложки данного руководства.

Внешние клавиши, такие как NC-START (NC-СТАРТ) или NC-STOP (NC-СТОП), описываются в инструкции по обслуживанию станка.



1.3 Режимы работы

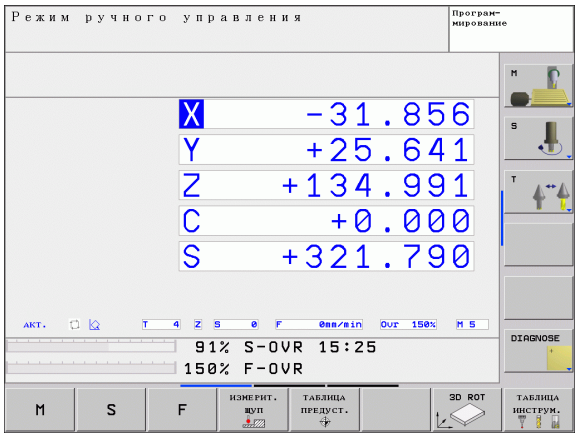
Режим ручного управления и электронного маховичка

Наладка станка производится в режиме ручного управления. В этом режиме работы можно позиционировать оси станка вручную или поэтапно и назначать координаты опорных точек.

Режим работы эл. маховичка поддерживает перемещение осей станка вручную с помощью электронного маховичка HR.

Перепрограммируемые клавиши для разделения дисплея (выбор выполняется, как описано ранее)

Окно	Softkey
Позиции	ПОЗИЦИЯ
Слева: позиции, справа: индикация состояния	ПОЗИЦИЯ + СОСТОЯНИЕ

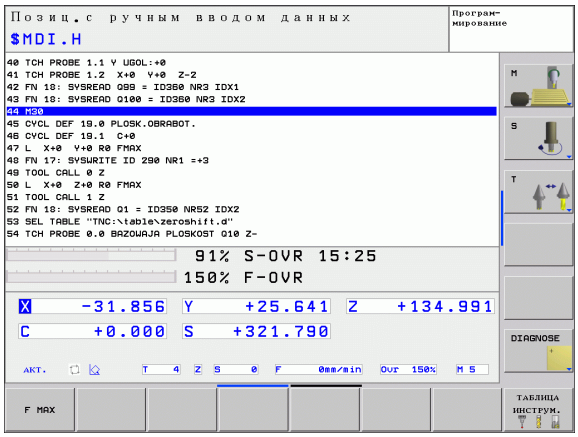


Позиционирование с ручным вводом данных

В этом режиме работы можно программировать простые перемещения, например, для фрезерования плоскостей или предпозиционирования.

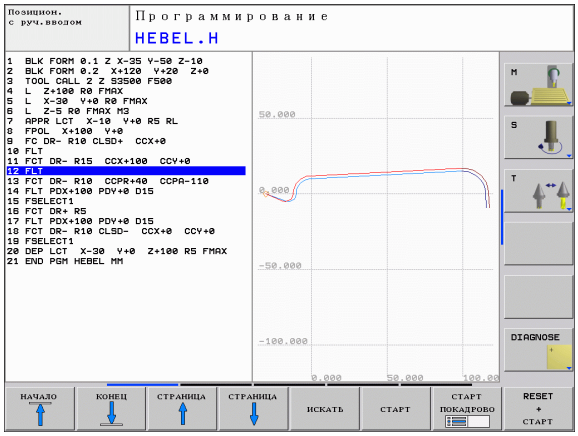
Клавиши softkey для разделения экрана дисплея

Окно	Softkey
Программа	ПРОГРАММА
Слева: программа, справа: индикация состояния	ПРОГР. + СОСТОЯНИЕ



Программирование

Оператор составляет свои программы обработки в этом режиме. Многосторонняя поддержка и дополнения при программировании представлены программированием свободных контуров, разными циклами и функциями Q-параметров. По запросу графика при программировании отображает отдельные шаги.

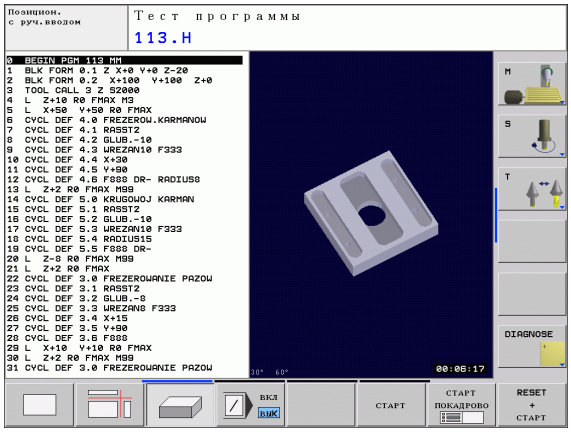


Перепрограммируемые клавиши для разделения экрана дисплея

Окно	Softkey
Программа	ПРОГРАММА
Слева: программа, справа: группировка программы	ПРОГРАММА + ЧАСТИ ПР.
Слева: программа, справа: графика при программировании	ПРОГРАММА + ГРАФИКА

Тест программы

Система ЧПУ моделирует программы и части программ в режиме тестирования программы, например, чтобы обнаружить геометрические несоответствия, отсутствующие или неправильные данные в программе и нарушения рабочего пространства. Моделирование поддерживается графически путем отображения детали в различных проекциях.

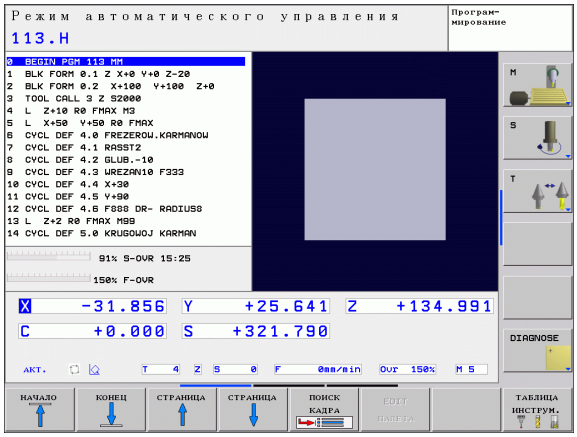


Перепрограммируемые клавиши для разделения экрана дисплея: смотри „Выполнение программы в автоматическом и покадровом режимах”, страница 35.

Выполнение программы в автоматическом и покадровом режимах

При отработке программы в автоматическом режиме ЧПУ выполняет программу до конца или до момента прерывания, выполняемого в ручном режиме или запрограммированного. После перерыва оператор может снова продолжить отработку программы.

При покадровом выполнении программы каждый кадр запускается с помощью внешней клавиши START (СТАРТ).



Перепрограммируемые клавиши для разделения экрана дисплея

Окно	Softkey
Программа	ПРОГРАММА
Слева: программа, справа: состояние	ПРОГР. + СОСТОЯНИЕ
Слева: программа, справа: графика	ПРОГРАММА + ГРАФИКА
Графика	ГРАФИКА

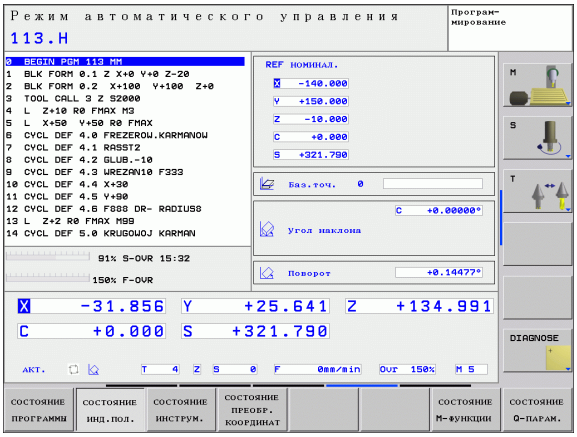
1.4 Индикация состояния

„Общая” индикация состояния

Общая индикация состояния в нижней части дисплея обеспечивает информацию о текущем состоянии станка. Она автоматически появляется в режимах работы.

- Покадровое выполнение программы и ее выполнение в автоматическом режиме, если не выбран исключительно тип индикации “Графика”, а также при
- Позиционировании с ручным вводом данных.

В ручном режиме работы и в режиме эл. маховичка индикация состояния выводится в большом окне.



Информация индикации состояния

Символ	Значение
IST	Фактические или заданные координаты текущей позиции
XYZ	Оси станка; вспомогательные оси отображаются системой ЧПУ с помощью строчных букв. Последовательность и количество указываемых осей устанавливает производитель станка. Обратите внимание на информацию в инструкции по использованию станка.
T	Номер инструмента T
FSM	Индикация подачи в дюймах соответствует одной десятой действительного значения. Скорость вращения S, подача F и действующая дополнительная M-функция
	Ось заблокирована
Ovr	Процентное значение настройки Override (корректировка)
	Ось может перемещаться с помощью маховичка
	Оси перемещаются с учетом поворота от базы
	Оси перемещаются при наклонной плоскости обработки
	Ни одна программа не активна
	Пуск программы
	Останов программы
	Прерывание программы

Дополнительные индикации состояния

Дополнительные типы индикации состояния дают подробную информацию об отработке программы. Их можно вызвать во всех режимах работы, за исключением режима программирования.

Включение дополнительной индикации состояния

Вызов панели перепрограммируемых клавиш для разделения экрана дисплея

Выбор изображения на дисплее с дополнительной индикацией состояния

Выбор дополнительной индикации состояния

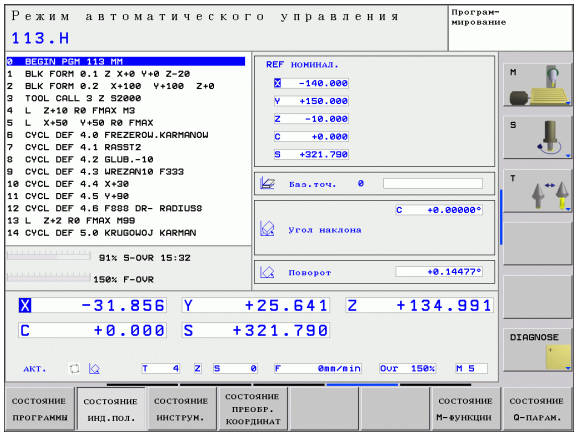
Переключение панели перепрограммируемых клавиш до тех пор, пока не появятся STATUS-клавиши softkey

Выбор дополнительной индикации состояния, например, общей информации о программе

Ниже описываются различные дополнительные типы индикации состояния, выбираемые с помощью перепрограммируемых клавиш:

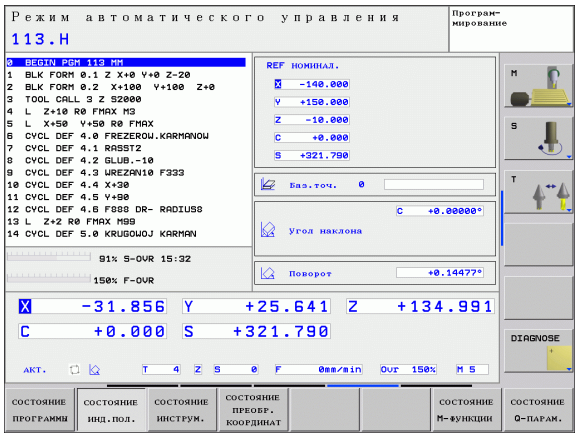
Общая информация о программе

Softkey	Значение
состояние программы	Название активной главной программы
	Вызванные программы
	Активный цикл обработки
	Центр окружности CC (полюс)
	Время обработки
	Счетчик времени выдержки



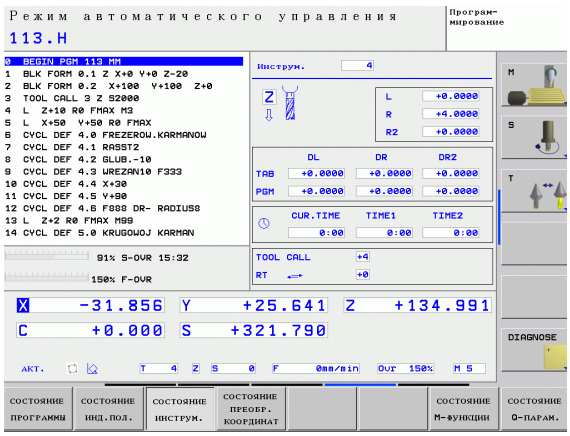
Позиции и координаты

Softkey	Значение
состояние инд.пол.	Тип индикации позиции, например, фактическая позиция
	Номер активной опорной точки из таблицы предустановок
	Угол поворота плоскости обработки
	Угол поворота от базы



Информация об инструментах

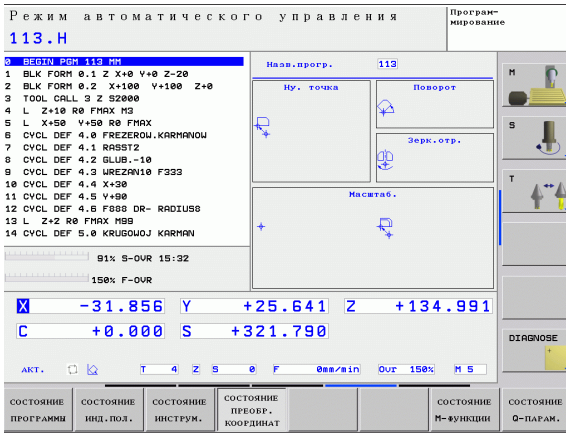
Softkey	Значение
состояние инструм.	Индикация **инструмента**: номер инструмента
	Ось инструмента
	Длина и радиусы инструмента
	Припуски (Delta-значения) из TOOL CALL (PGM) и из таблицы инструментов (TAB)
	Стойкость, максимальная стойкость (TIME 1) и максимальная стойкостаь при TOOL CALL (TIME 2)
	Индикация активного инструмента и (следующего) запасного инструмента



Преобразование координат

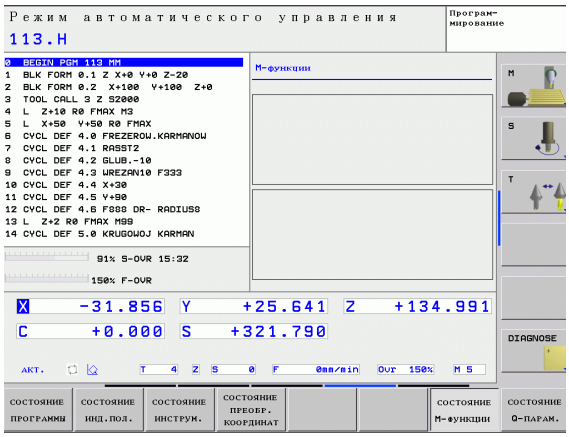
Softkey	Значение
СОСТОЯНИЕ ПРЕОБР. КООРДИНАТ	Название программы
	Активное перемещение нулевой точки (цикл 7)
	Зеркальное отражение оси (цикл 8)
	Активный угол поворота (цикл 10)
	Активный коэффициент масштабирования / коэффициенты масштабирования (циклы 11 / 26)

Смотри “Циклы преобразования координат” на странице 339.



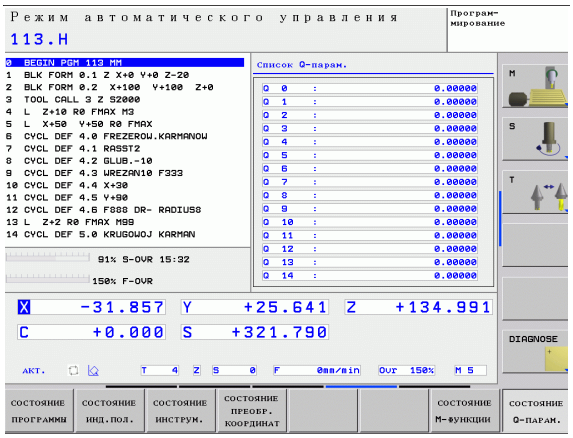
Активные дополнительные M-функции

Softkey	Значение
СОСТОЯНИЕ М-ФУНКЦИИ	Список активных M-функций с определенным значением
	Список активных M-функций, которые настраиваются производителем станков



Состояние Q-параметров

Softkey	Значение
STATUS OF Q PARAM.	Список Q-параметров, определяемых с помощью перепрограммируемой клавиши СПИСОК Q-ПАРАМЕТРОВ



1.5 Дополнительные устройства: щупы и эл. маховички HEIDENHAIN

Измерительные щупы

С помощью различных трехмерных измерительных щупов HEIDENHAIN можно выполнять следующие действия:

- проводить автоматическую наладку заготовок
- быстро и точно задавать координаты опорных точек
- выполнять измерения заготовки во время отработки программы
- измерять и проверять инструменты

☞ Все функции измерительных щупов описаны в отдельном руководстве пользователя. Для того, чтобы получить данную инстуркцию отправьте запрос на фирму HEIDENHAIN. ID 661 873-R0.

Измерительные щупы TS 220, TS 440 и TS 640

Эти измерительные щупы подходят для автоматической выверки заготовок, определения координат точек привязки и для измерений заготовки. TS 220 передает коммутационные сигналы по кабелю и, при необходимости, может использоваться как экономная альтернатива.

Специально для станков с устройством смены инструмента предназначены щупы TS 440, TS 444, TS 640 и TS 740 (см. рисунок справа), которые передают коммутационные сигналы без кабеля при помощи инфракрасного излучения.

Принцип действия: в измерительных щупах фирмы HEIDENHAIN износостойкий оптический выключатель регистрирует отклонение измерительного стержня. Генерируемый при этом сигнал обеспечивает сохранение в памяти фактического значения текущей позиции измерительного щупа.

Щуп для измерения инструмента TT 140

TT 140 представляет собой трехмерный измерительный щуп для измерения и проверки инструмента. Для этого система ЧПУ имеет 3 цикла, с помощью которых определяются радиус и длина инструмента для неподвижного или вращающегося шпинделя. Особо прочная конструкция и высокая степень защиты обеспечивают нечувствительность TT 140 к влиянию СОЖ и стружки. Коммутационный сигнал образуется с помощью износостойкого оптического выключателя, который отличается высокой надежностью.

Электронные маховички HR

Электронные маховички упрощают точное перемещение направляющих осей вручную. Длину пути перемещения на оборот маховичка можно выбрать из широкого диапазона значений. Наряду со встраиваемыми маховичками HR 130 и HR 150, фирма HEIDENHAIN предлагает переносной маховичок HR 410.

2

Ручное управление и наладка

2.1 Включение, выключение

Включение

Включение и поиск референтных меток - это функции, зависящие от станка. Соблюдайте указания из инструкции по обслуживанию станка.

Включите питание сети системы ЧПУ и станка. После этого на ЧПУ отобразится следующее диалоговое окно:

SYSTEM STARTUP (ЗАПУСК СИСТЕМЫ)

ЧПУ запускается

ПЕРЕРЫВ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

CE — Сообщение ЧПУ о том, что произошло прерывание подачи тока – сброс сообщения

ТРАНСЛЯЦИЯ PLC-ПРОГРАММЫ

PLC-программа ЧПУ транслируется автоматически

УПРАВЛЯЮЩЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДЛЯ РЕЛЕ ОТСУТСТВУЕТ

I — Включите управляющее напряжение. ЧПУ проверит функционирование аварийного выключателя

РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ МЕТОК

I — Пересечение референтных меток в заданной последовательности: нажмите для каждой оси внешнюю клавишу START, или

X Y — пересечение референтных меток в произвольной последовательности: для каждой оси нажмите внешнюю клавишу направления и удерживайте ее до пересечения нулевой метки.

Если станок оснащен абсолютными датчиками, пересечение референтных меток не требуется. Система ЧПУ готова к эксплуатации сразу после включения электропитания.

Теперь система ЧПУ готова к эксплуатации и находится в ручном режиме работы.

Следует пересекать референтные метки только тогда, когда необходимо переместить оси станка. Если требуется только редактирование или тестирование программ, после включения управляющего напряжения следует сразу выбрать режим работы "Программирование" или "Тест программы".

В таком случае референтные метки можно персечь позднее. Для этого в ручном режиме работы нажмите перепрограммируемую клавишу ПЕРЕСЕЧЬ РЕФ.МЕТКУ.

Пересечение реф. меток при наклонной плоскости обработки

Система ЧПУ автоматически активирует наклонную плоскость обработки, если данная функция была активна при выключении системы управления. Затем ЧПУ перемещает оси при активации клавиши управления осями, в наклонной системе координат. Позиционируйте инструмент таким образом, чтобы при последующем пересечении нулевых отметок не могло произойти столкновения. Для пересечения референтных меток должна быть деактивирована функция "Наклон плоскости обработки", смотри „Разворот в ручном режиме”, страница 63.

Убедитесь в том, что введенные в меню значения углов совпадают с фактическим значением углов оси поворота.

Перед пересечением реф. метки следует деактивировать функцию "Наклон плоскости обработки". Следите за тем, чтобы не возникало столкновений. При необходимости заранее отведите инструмент в сторону.

Если используется данная функция, то при использовании неабсолютных измерительных датчиков Вы должны подтвердить положение круговых осей, которые отображаются системой ЧПУ в окне перехода. Указываемая позиция соответствует последней позиции круговых осей, активной перед выключением.

Выключение

Во избежание потери данных при выключении следует целенаправленно выключить операционную систему ЧПУ:

- Выбор ручного режима работы

- Выберите функцию для выключения, еще раз подтвердите с помощью перепрограммируемой клавиши ДА
- Если в окне перехода ЧПУ отображается текст **ТЕПЕРЬ МОЖНО БЕЗОПАСНО ОТКЛЮЧИТЬ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ**, оператор может прервать подачу питания к ЧПУ

Самовольное выключение ЧПУ может привести к потере данных.

Обратите внимание на то, что нажатие клавиши КОНЕЦ после выключения управления приведет к повторному запуску системы управления. Кроме того, выключение во время перезапуска может привести к потере данных!

2.2 Перемещение осей станка

Указание

Перемещение с помощью внешних клавиш направления зависит от конкретного станка. Соблюдайте указания инструкции по обслуживанию станка!

Перемещение оси с помощью внешних клавиш направления

Выбор ручного режима работы

X

Нажмите внешнюю клавишу направления и удерживайте все время, в течение которого ось должна перемещаться, или

X и I

перемещайте ось непрерывно: удерживая внешнюю клавишу направления нажатой и на непродолжительное время нажмите внешнюю клавишу СТАРТ

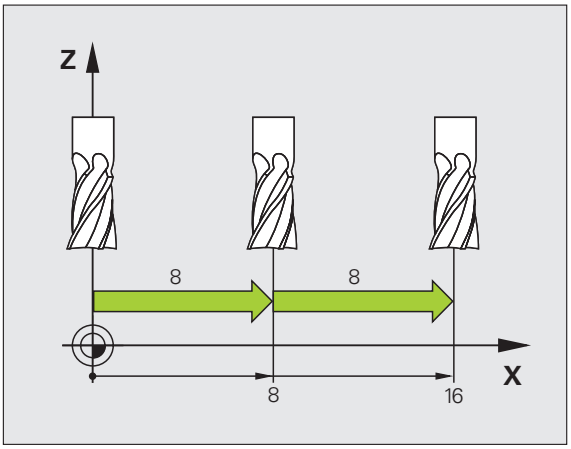
0

Приостановить: нажмите внешнюю клавишу СТОП

С помощью этих двух методов можно также перемещать несколько осей одновременно. Подача, посредством которой перемещаются оси, может быть изменена оператором с помощью Softkey F, смотри „Скорость вращения шпинделя S, подача F и дополнительная M-функция”, страница 50.

Перемещение по инкрементам

В случае перемещений осей станка по инкрементам, перемещение производится на определенную оператором величину шага, так называемый инкремент.



Выбор ручного режима работы или режима эл. маховичка

Выбор пошагового позиционирования: Softkey ВЕЛИЧИНА ШАГА на ВКЛ

ЛИНЕЙНЫЕ ОСИ:

8 CONFIRM VALUE

Вводите величину подачи в мм, например, 8 мм и нажмите Softkey ВВОД ЗНАЧЕНИЯ

OK

Завершите ввод, пользуясь Softkey OK

X

Нажмите внешнюю клавишу направления: произвольно часто позиционировать

Для деактивации этой функции нажмите Softkey **Выключить**.

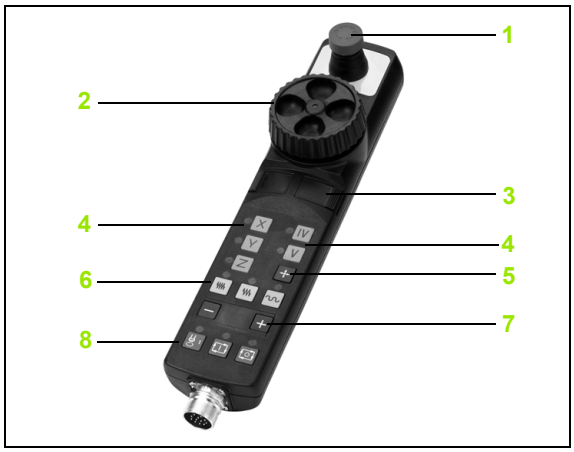
Перемещение с помощью электронного маховичка HR 410

Переносной маховичок HR 410 снабжен двумя клавишами согласия. Эти клавиши находятся под грибковой ручкой.

Можно перемещать оси станка только в том случае, если нажата одна из клавиш согласия (функция, зависящая от станка).

Маховичок HR 410 снабжен следующими элементами управления:

1 NOT-AUS-клавиша (аварийный выключатель)
2 Маховичок
3 Клавиши согласия
4 Клавиши выбора оси
5 Клавиша для ввода фактической позиции
6 Клавиши определения подачи (медленная, средняя, быстрая; типы подачи определяются производителем станка)
7 Направление, в котором ЧПУ перемещает выбранную ось
8 Функции станка (определяются производителем станков)



Красные индикаторы указывают на то, какая ось и подача выбраны оператором.

Перемещение с помощью маховичка возможно даже при активной **M118** во время отработки программы.

Перемещение

	Выбор режима эл. маховичка
	Удерживайте клавишу согласия нажатой
X	Выбор оси
	Выбор подачи
+ или –	Активную ось переместить в направлении + или –

2.3 Скорость вращения шпинделя S, подача F и дополнительная M-функция

Применение

В ручном режиме работы и в режиме эл. маховичка вводится скорость вращения шпинделя S, подача F и дополнительная M-функция с помощью перепрограммируемых клавиш. Дополнительные функции описаны в “7. Программирование: дополнительные функции”.

Производитель станка определяет, какими дополнительными M-функциями можно пользоваться, и какие функции имеются в наличии.

Ввод значений

Скорость вращения шпинделя S, дополнительная M-функция

S — Выбор ввода для скорости вращения шпинделя: Softkey S

СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ S=

1000 — Введите скорость вращения шпинделя и назначте ее с помощью внешней клавиши СТАРТ

I

Вращение шпинделя с заданной скоростью вращения S активируется с помощью дополнительной M-функции. Дополнительная M-функция вводится таким же способом.

Подача F

Ввод подачи F следует подтвердить, нажимая вместо внешней клавиши СТАРТ клавишу Softkey OK.

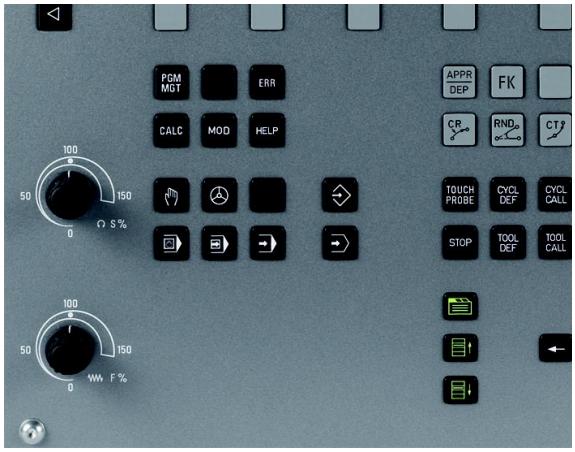
Для подачи F действует следующее:

- Если задано F=0, то действует минимальная подача из машинного параметра **minFeed**
- Если введенная подача превышает определенное в машинном параметре **maxFeed** значение, то действует заданное в машинном параметре значение
- Значение F сохраняется также после перерыва в электроснабжении

Коррекция скорости вращения шпинделя и подачи

С помощью потенциометров реулирования скорости вращения шпинделя S и подачи F можно изменить заданную величину от 0% до 150%.

Потенциометр регулирования скорости вращения шпинделя действует только в случае станков с бесступенчатым приводом шпинделя.



2.4 Привязка к заготовке (без измерительного щупа)

Указания

Привязка с помощью измерительного щупа: см. руководство пользователя "Циклы измерительных щупов".

При назначении координат точки привязки ЧПУ отображает координаты известной позиции заготовки.

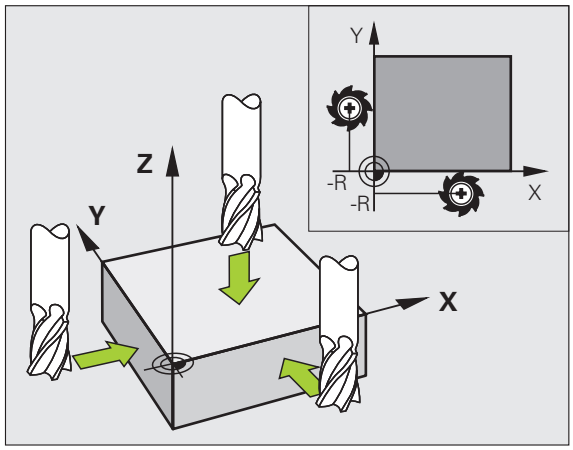
Подготовка

- Зажим и выверка заготовки
- Введите фактический радиус инструмента
- Убедитесь в том, что ЧПУ показывает фактические позиции

Привязка с помощью клавиш выбора оси

Меры предосторожности

Если поверхность заготовки не должна иметь следов касания, следует уложить на заготовке лист известной толщины d. В таком случае для точки привязки вводится значение, увеличенное на величину d.



Выбор режима работы **Ручное управление**

X Y Z — Осторожно перестите инструмент, пока он не коснется заготовки (след касания)

Z — Выбор оси (все оси также выбираются на ASCII-клавиатуре)

ЗАДАНИЕ КООРДИНАТ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ Z=

0 ENT — Нулевой инструмент, ось шпинделя: установите индикацию на известную позицию заготовки (например, 0) или введите толщину d листа. На плоскости обработки: учитывайте радиус инструмента

Точки привязки остальных осей устанавливаются таким же образом.

Если в оси подачи применяется преднастроенный инструмент, то следует установить индикацию оси подачи на длину L инструмента или на сумму Z=L+d.

Точка привязки, установленная клавишами выбора оси, автоматически сохраняется в памяти системы ЧПУ в строке 0 таблицы предустановок.

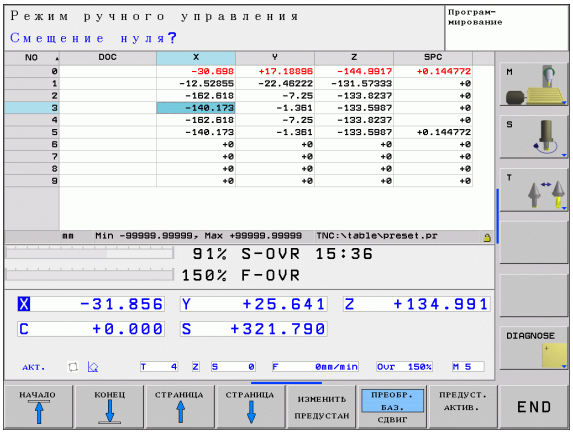
Управление точками привязки с помощью таблицы предустановок

Таблица предустановок должна использоваться в обязательном порядке, если

- станок имеет круговые оси (поворотный стол или поворотную головку), и оператор работает с функцией "Наклон плоскости обработки"
- ранее Вы работали с системами управления ЧПУ прошлых лет выпуска с таблицами нулевых точек, относящимися к REF.
- Вам необходимо обрабатывать несколько однотипных заготовок, которые зажимаются под различными углами разворота

Таблица предустановок может содержать любое количество строк (точек привязки). Для оптимизации объема файла и скорости обработки следует использовать только такое количество строк, которое необходимо для управления точками привязки.

В целях обеспечения безопасности оператор может вставлять новые строки только в конце таблицы предустановок.



Хранение опорных точек в памяти в таблицы предустановок

Таблица имеет название **PRESET.PR** и хранится в памяти в директории **TNC:\table**. **PRESET.PR** доступна для редактирования только в режиме работы **Ручное управление** и **Эл. маховичок**. В режиме работы "Программирование" оператор может только читать таблицу, но не изменять ее.

Разрешается копирование таблицы предустановок в другую директорию (для надежности).

Принципиально не разрешается менять количество строк в копируемых таблицах! Это может стать причиной проблем, когда вам потребуется повторно активировать таблицу.

Для активации таблицы предустановок, скопированной в другую директорию, оператор должен скопировать ее обратно в директорию **TNC:\table**.

У оператора имеется несколько возможностей сохранять в памяти точки привязки/развороты плоскости в таблице предустановок:

- с помощью циклов ощупывания в режиме работы **Ручное управление** или **Эл. маховичок** (см. руководство пользователя "Циклы измерительных щупов", глава 2)
- с помощью циклов ощупывания 400 - 419 (см. руководство пользователя "Циклы измерительных щупов", глава 3)
- путем ввода в ручном режиме (см. описание, приведенное ниже)

Развороты плоскости обработки из таблицы предустановок обеспечивают поворот системы координат вокруг предустановки, которая находится в той же строке, что и разворот плоскости.

При назначении координат точки привязки следите за тем, чтобы положение осей поворота совпадало с соответствующими значениями в 3D ROT-меню. А именно выполнялись указанные ниже условия:

- при неактивной функции разворота плоскости обработки индикация положения круговых осей должна = 0° (при необходимости следует установить на ноль круговые оси)
- при активной функции разворота плоскости обработки индикация положения круговых осей и введенное значение угла в 3D ROT-меню должны соответствовать друг другу

Строка 0 в таблице предустановок принципиально защищена от записи. Система ЧПУ сохраняет в строке 0 всегда именно ту точку привязки, которая в последний раз была настроена оператором в ручном режиме с помощью клавиш выбора оси или клавиши Softkey.

Сохранение в памяти точек привязки в ручном режиме в таблице предустановок

Для сохранения в памяти точек привязки в таблице предустановок следует выполнить действия, указанные ниже

Выберите режим работы **Ручное управление**

X Y Z

Осторожно переместите инструмент до косания заготовки (возникнет след касания), или установите индикатор на соответствующее значение

ТАБЛИЦА ПРЕДУСТ.

Обеспчте индикацию таблицы предустановок: ЧПУ открывает таблицу предустановок

ИЗМЕНИТЬ ПРЕДУСТАН

Выберите функции для ввода предустановок: ЧПУ отображает на панели Softkey возможности ввода, которые есть в наличии. Описание возможностей ввода: см. таблицу, приведенную ниже

Выберите в таблице предустановок строку, которую оператору требуется изменить (номер строки соответствует номеру предустановки)

При необходимости выберите столбец (ось) в таблице предустановок, которую требуется изменить

КОРРИГИР. ПРЕД- УСТАНОВКУ

Пользуясь Softkey, выберите одну из имеющихся возможностей ввода (см. таблицу, приведенную ниже)

Функция	Softkey
Непосредственное присвоение фактической позиции инструмента (счетчика) в качестве новой точки привязки: функция сохраняет в памяти точку привязки только на той оси, на которой находится подсвеченное поле	
Присвоение фактической позиции инструмента (индикатору) произвольного значения: функция сохраняет в памяти точку привязки только на той оси, на которой находится подсвеченное поле. Введите желаемое значение в окне перехода	ВВЕСТИ ЗАНОВО ПРЕДУСТАН
Инкрементальное смещение точки привязки, уже хранящейся в памяти в таблице: функция сохраняет в памяти точку привязки только на той оси, на которой находится подсвеченное поле. Ввод желаемого значения коррекции с учетом знака в окне перехода. При активной индикации в дюймах: ввести значение в дюймах, ЧПУ внутри системы пересчитывает введенное значение в миллиметры	КОРРИГИР. ПРЕД- УСТАНОВКУ
™ точки привязки без расчета кинематики (для заданной оси). Эта функция используется только в том случае, если станок оснащен круглым столом, и оператор намерен прямым вводом 0 установить точку привязки в центре круглого стола. С помощью данной функции сохраняется в памяти значение только на той оси, на которой находится подсвеченное поле. Введите желаемое значение в окне перехода. При активной индикации в дюймах: введите значение в дюймах, система ЧПУ пересчитает введенное значение в миллиметры	РЕДАКТИР. АКТУАЛЬ. ПОЛЯ
Выберите вид БАЗОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ/ СМЕЩЕНИЕ ОСИ. В стандартном виде БАЗОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ отобразятся столбцы X, Y и Z. В зависимости от типа станка дополнительно отображаются столбцы SPA, SPB и SPC. В них ЧПУ сохраняет в памяти разворот плоскости обработки (при наличии оси Z инструмента в ЧПУ используется столбец SPC). В режиме OFFSET (СМЕЩЕНИЕ) отображаются величины смещения относительно предустановок.	ПРЕОБРАЗОВ. БАЗ. СДВИГ
Запись активной в данный момент точки привязки в выбранную строку таблицы: функция сохраняет точку привязки в памяти на всех осях и затем активирует соответствующую строку таблицы автоматически. При активной индикации в дюймах: введите значение в дюймах, система ЧПУ пересчитает введенное значение в миллиметры	ПРЕДУСТ. ЗАПОМНИТЬ

Редактирование таблицы предустановок

Функция редактирования в режиме таблиц	Softkey
Выбор начала таблицы	НАЧАЛО
Выбор конца таблицы	КОНЕЦ
Выбор предыдущей страницы таблицы	СТРАНИЦА
Выбор следующей страницы таблицы	СТРАНИЦА
Выбор функций ввода предустановок:	ИЗМЕНИТЬ ПРЕДУСТАН
Выбор индикации базового преобразования/ смещения оси	ПРЕОБРАЗОВ. БАЗ. СДВИГ
Активировать точку привязки текущей выбранной строки таблицы предустановок	ПРЕДУСТ. АКТИВ.
Добавить доступное для ввода количество строк в конце таблицы (2-я панель Softkey)	N СТРОК ВСТАВИТЬ В КОНЦЕ
Копировать подсвеченное поле, 2-я панель Softkey	КОПИРОВ. АКТУАЛ. ЗНАЧЕНИЕ
Вставить скопированное поле (2-я панель Softkey)	ВСТАВИТЬ КОПИР. ЗНАЧЕНИЕ
Выполнить сброс текущей выбранной строки: система ЧПУ вводит во всех столбцах - (2-я панель Softkey)	СБРОС СТРОКИ
Вставить отдельную строку в конце таблицы (2-я панель Softkey)	ВСТАВИТЬ СТРОКУ
Удалить отдельную строку в конце таблицы (2-я панель Softkey)	УДАЛИТЬ СТРОКУ

Активировать точку привязки из таблицы предустановок в ручном режиме работы

При активации точки привязки из таблицы предустановок система ЧПУ выполняет сброс активного смещения нулевой точки, зеркального отображения, поворота и коэффициента масштабирования.

Преобразование координат, запрограммированное оператором с помощью цикла 19, "Разворот плоскости обработки", при этом остается активным.

Выберите режим работы **Ручное управление**

ТАБЛИЦА ПРЕДУСТ.

Обеспечте индикацию таблицы предустановок

Выберите номер точки привязки, которую вы намерены активировать

ПРЕДУСТ. АКТИВ.

Активация точки привязки

ВЫПОЛНИТЬ

Подтверждение активации точки привязки. Система ЧПУ устанавит индикацию и, если это определено, разворот плоскости обработки

END

Выход из таблицы предустановок

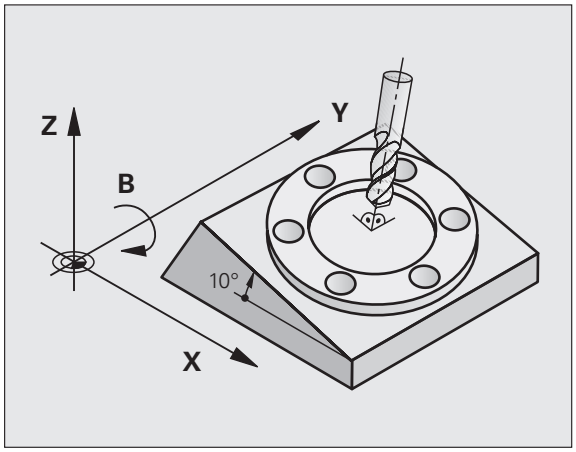
Активация точки привязки из таблицы предустановок в NC-программе

Для активации опорных точек из таблицы предустановок во время отработки программы используется цикл 247. В цикле 247 требуется определить только номер точки привязки, которую необходимо активировать (смотри „ЗАДАНИЕ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ (цикл 247)” на странице 345).

2.5 Разворот плоскости обработки (ПО-опция 1)

Применение, принцип работы

Функции для разворота плоскости обработки адаптированы производителем станка к ЧПУ и станку. При наличии определенных поворотных головок (поворотных столов) производитель станка определяет, каким образом интерпретируются системой ЧПУ запрограммированные в цикле углы: как координаты осей вращения или как угловые компоненты наклонной плоскости. Соблюдайте указания инструкции по обслуживанию станка.



Система ЧПУ поддерживает разворот плоскостей обработки на станках с поворотными головками, а также с поворотными столами. Примеры типичных областей применения: косые отверстия или контуры, расположенные в помещении по диагонали. При этом плоскость обработки всегда поворачивается относительно активной нулевой точки. Обычно процесс обработки программируется на главной плоскости (например, плоскости X/Y), но выполняется на той плоскости, которая поворачивается в направлении главной плоскости.

Для разворота плоскости обработки предусмотрены три функции:

- Разворот в ручном режиме и врежиме эл. маховичка с помощью перепрограммируемой клавиши 3D ROT, смотри „Разворот в ручном режиме”, страница 63
- "Управляемый поворот", цикл 19 **ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ** в программе обработки (смотри „ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, ПО-опция 1)” на странице 351)

Функциями ЧПУ для “Разворота плоскости обработки” являются функции преобразования координат. При этом плоскость обработки всегда располагается перпендикулярно к направлению оси инструмента.

При развороте плоскости обработки ЧПУ различает два основных типа станков:

- **Станок с поворотным столом**
  - Приведите заготовку в желаемое положение обработки путем соответствующего позиционирования поворотного стола, например, при помощи L-кадра
  - Положение преобразуемой оси инструмента по отношению к фиксированной системе координат станка **не изменяется**. При повороте стола – следовательно, и заготовки – например, на 90°, система координат **не** поворачивается вместе с ним. Если в ручном режиме работы Вы нажмете клавишу управления осями Z+, то инструмент переместится в направлении Z+
  - Для расчета преобразованной системы координат ЧПУ учитывает только механически обусловленные смещения соответствующего поворотного стола – так называемые "поступательные" составляющие
- **Станок с поворотной головкой**
  - Оператор должен привести заготовку в желаемое положение обработки путем соответствующего позиционирования поворотной головки, например, с помощью L-кадра
  - Положение поворачиваемой (преобразуемой) оси инструмента по отношению к фиксированной системе координат станка изменяется: при вращении поворотной головки вашего станка – следовательно, и заготовки – например, на +90°по оси B, система координат тоже поворачивается. Если в ручном режиме работы Вы нажмете клавишу управления осями Z+, то инструмент переместится в направлении X+ фиксированной системы координат станка
  - Для расчета преобразованной системы координат ЧПУ учитывает механически обусловленные смещения поворотной головки ("поступательные" составляющие) и смещения, возникающие при повороте инструмента (трехмерная коррекция на длину инструмента)

Обнуление в режиме разворота плоскости обработки

Система ЧПУ автоматически активирует разворот плскости обработки, если данная функция была активна при выключении системы управления. Затем ЧПУ перемещает оси при активации клавиши управления осями, в наклонной системе координат. Позиционируйте инструмент таким образом, чтобы при последующем пересечении реф. меток не могло произойти столкновения. Для пересечения реф. меток должна быть деактивирована функция "Разворот плоскости обработки"!

Индикация положения в режиме разворота плоскости обработки

Указанные в поле состояния позиции (**ЗАДАННАЯ** и **ФАКТИЧЕСКАЯ**) относятся к наклонной системе координат.

Ограничения при развороте плоскости обработки

- PLC-позиционирование (определяемое производителем станков) не разрешается

Разворот в ручном режиме

Выбор разворота в ручном режиме: нажмите Softkey 3D ROT

Выделите пункт меню **Ручное управление**, используя клавишу со стрелкой

Откройте меню выбора клавишей GOTO и выберите пункт меню **Активно** клавишей со стрелкой, назначте клавишей ENT

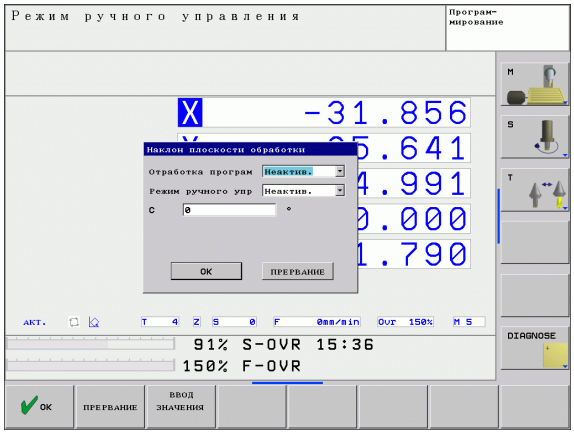
Выделите желаемую ось вращения, используя клавишу со стрелкой

Введите угол разворота или

назначте текущую REF-позицию активным осям вращения: нажмите Softkey ПРИСВОИТЬ ЗНАЧЕНИЕ

Завершение ввода: нажмите Softkey OK

Отмена ввода: нажмите Softkey ОТМЕНА



Для деактивации установите в меню "Разворот плоскости обработки" желаемые режимы работы на параметр "Неактивно".

Если функция "Разворот плоскости обработки" активна, и система ЧПУ перемещает оси станка в соответствии с осями под наклоном, индикация состояния высвечивает символ .

Если функция "Разворот плоскости обработки" для режима "Отработка программы" установлена оператором на параметр "Активно", действует введенный в меню угол разворота с первого кадра программы обработки, предназначенной для выполнения. Если оператор использует в программе обработки цикл 19 **ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ**, действуют величины углов, определенные в соответствующих случаях. Затем введенные в меню значения угла перезаписываются системой ЧПУ с применением значений из цикла 19.

3

Позиционирование с ручным вводом данных

3.1 Программирование и отработка простых программ

Для простых видов обработки или предпозиционирования инструмента предназначен режим работы "Позиционирование с ручным вводом данных". В нем можно ввести и напрямую выполнить короткую программу в формате программирования открытым текстом HEIDENHAIN. Можно также вызывать циклы ЧПУ. Программа хранится в памяти в файле $MDI. При позиционировании с ручным вводом данных можно активировать дополнительную индикацию состояния.

Позиционирование с ручным вводом данных

Выберите режим работы "Позиционирование с ручным вводом данных". Программирование файла $MDI произвольным образом

Запустите выполнение программы: внешняя клавиша START (СТАРТ)

Ограничения:

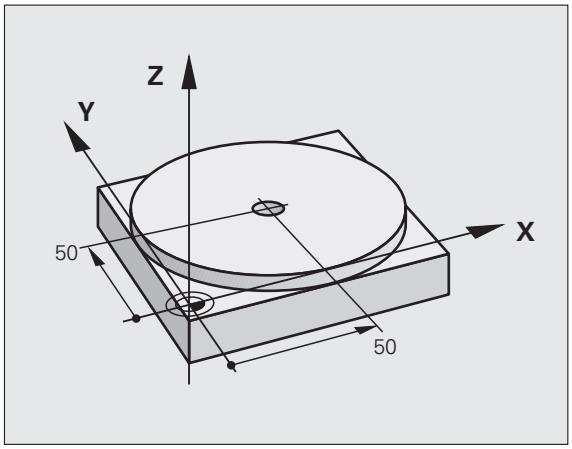
В режиме работы MDI отсутствуют следующие функции:

- Программирование свободного контура FK
- Повтор частей программ
- Подпрограммы
- Коррекция траекторий
- Графика при программировании
- Вызов программы **PGM CALL**
- Графика при программировании

Пример 1

В отдельной заготовке должно быть предусмотрено отверстие глубиной 20 мм. После зажима заготовки, выверки и назначения координат опорной точки можно запрограммировать и проделать отверстие с помощью нескольких строк программы.

Сначала инструмент предпозиционируется с помощью L-кадров (прямые) над заготовкой и помещается на безопасном расстоянии 5 мм над отверстием. Затем проделывается отверстие с помощью цикла 200 **СВЕРЛЕНИЕ**.



0 BEGIN PGM $MDI MM	
1 TOOL CALL 1 Z S1860	Вызов инструмента: ось инструмента Z
	Частота вращения шпинделя 1860 об/мин
2 L Z+200 R0 FMAX	Свободный ход инструмента (F MAX = ускоренный ход)
3 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3	Позиционирование инструмента с F MAX над отверстием, Включение шпинделя
4 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла СВЕРЛЕНИЕ
Q200=5 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	Безопасное расстояние от инструмента над отверстием
Q201=-15 ;ГЛУБИНА	Глубина отверстия (знак числа=направление работы)
Q206=250 ;F ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ	Подача при сверлении
Q202=5 ;ГЛУБИНА ПОДАЧИ	Глубина каждой подачи перед отводом
Q210=0 ;F-ВРЕМЯ НАВЕРХУ	Время выдержки после каждого выхода из материала в секундах
Q203=-10 ;КООРД. ПОВЕРХ.	Координата поверхности заготовки
Q204=20 ;2-Е БЕЗОП.РАССТ.	Безопасное расстояние от инструмента над отверстием
Q211=0.2 ;ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ ВНИЗУ	Выдержка времени на дне отверстия в секундах
5 CYCL CALL	Вызов цикла СВЕРЛЕНИЕ
6 L Z+200 R0 FMAX M2	Выход инструмента из материала
7 END PGM $MDI MM	Конец программы

Функция прямых L (смотри „Прямая L” на странице 152), цикл СВЕРЛЕНИЕ (смотри „СВЕРЛЕНИЕ (цикл 200)” на странице 219).

Пример 2: компенсация смещения заготовки в станках с круглым столом

Выполните разворот плоскости обработки с помощью измерительного щупа. См. руководство пользователя Циклы измерительных щупов, Циклы измерительных щупов в ручном режиме и в режиме эл. маховичка, раздел Компенсация смещения заготовки.

Запомните угол разворота и отмените разворот плоскости обработки

Выбор режима работы: позиционирование с ручным вводом данных

IV

Выберите ось круглого стола, запомните угол разворота и введите подачу, например, **L C+2.561 F50**

END

Завершите ввод

I

Нажмите внешнюю клавишу START (СТАРТ): разворот устранится поворотом круглого стола

Сохранение или удаление данных из $MDI

Файл $MDI используется, как правило, для коротких и временных программ. Если программа, тем не менее, должна быть сохранена в памяти, выполните действия, указанные ниже.

Выберите режим работы: "Программирование/ редактирование"

PGM MGT — Вызовите управление файлами: клавиша PGM MGT (Program Management)

Виделите файл $MDI

КОПИРОВ. — Выберите “Копировать файл”: Softkey КОПИРОВАТЬ

ЦЕЛЕВОЙ ФАЙЛ =

ОТВЕРСТИЕ Введите имя, под которым должно храниться в памяти текущее содержимое файла $MDI

ВЫПОЛНИТЬ — Выполните копирование

END — Выход из управления файлами: Softkey КОНЕЦ

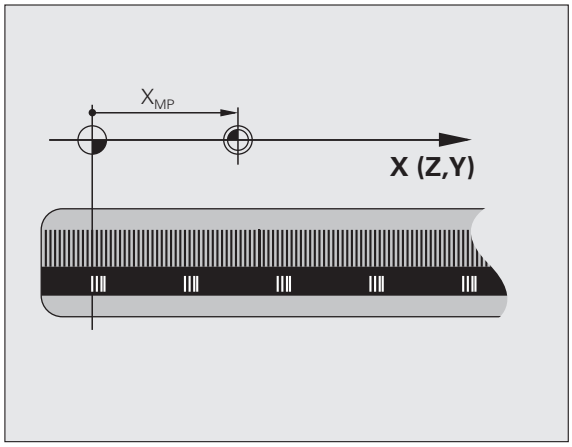
Подробная информация: смотри „Копирование файла”, страница 85.

4

Программирование: основные положения, управление файлами, средства программирования

4.1 Основные положения

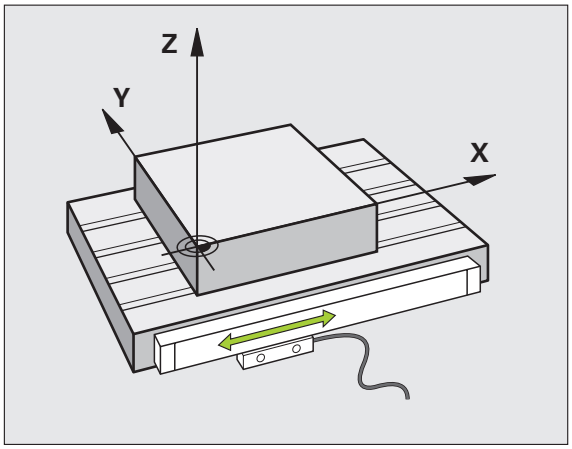
Датчики положения и референтные метки



На осях станка находятся датчики положения, которые регистрируют положения стола станка или инструмента. На линейных осях монтируются датчики линейных премещений, на круглых столах и круговых осях - угловые датчики.

При перемещении оси станка, относящийся к ней датчик генерирует электрический сигнал, на основании которого система ЧПУ рассчитывает точное фактическое положение оси станка.

В случае перерыва в электроснабжении теряется связь между положением направляющей станка и рассчитанной фактической координатой. Для восстановления этой связи инкрементальные линейные датчики имеют референтные метки. При пересечении реф. метки система ЧПУ получает сигнал, обозначающий фиксированную точку привязки. Таким образом, система ЧПУ восстанавливает абсолютное значение положения осей. При использовании датчиков линейных перемещений с кодированными реф. метками оси станка необходимо переместить на расстояние не более 20 мм, в случае датчиков угла - не более чем на 20°.

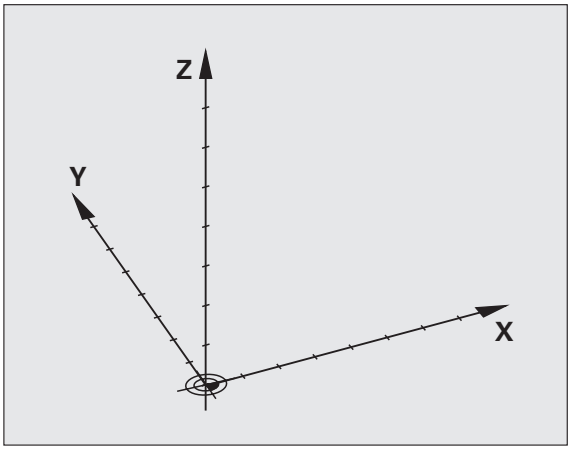


При абсолютных датчиках положения после включения абсолютное значение положения передается в систему управления. Таким образом, сразу после включения станка без перемещения его осей восстанавливается абсолютное положение всех датчиков линейных перемещений.

Базовая система координат

С помощью системы привязки оператор однозначно определяет координаты положения на какой-либо плоскости или в пространстве. Данные положения всегда относятся к определенной точке и описываются посредством координат.

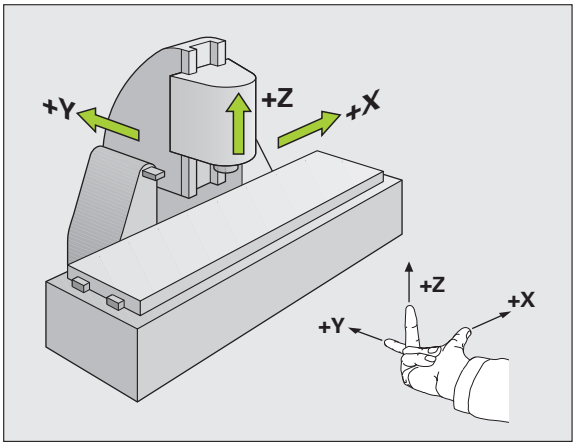
В декартовой системе координат три направления определены как оси X, Y и Z. Оси расположены взаимно перпендикулярно и пересекаются в одной точке - нулевой точке. Координата указывает расстояние от нулевой точки в одном из этих направлений. Следовательно, положение на плоскости можно описать двумя координатами, а в пространстве - тремя координатами.



Координаты, относящиеся к нулевой точке, обозначаются как абсолютные координаты. Относительные координаты относятся к любой другой позиции (точке привязки) в системе координат. Значения относительных координат обозначаются как инкрементальные значения координат.

Базовая система координат на фрезерных станках

При обработке заготовки на фрезерном станке оператор в общем случае пользуется декартовой системой координат. На иллюстрации справа показано, какая связь существует между декартовой системой координат и осями станка. Правило правой руки служит ориентиром, облегчающим запоминание: если средний палец указывает направление оси инструмента от заготовки к инструменту, то он показывает направление Z+, большой палец - направление X+, а указательный - направление Y+.

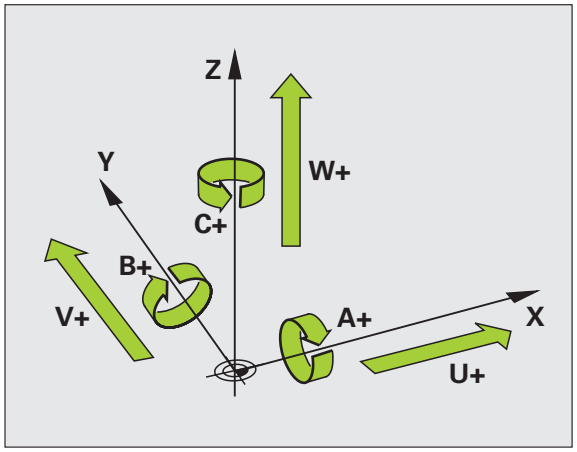


Предлагаемое на выбор количество осей, которыми управляет система ЧПУ, может достигать 5 осей. Кроме главных осей X, Y и Z имеются расположенные параллельно дополнительные оси (в настоящее время данная функция еще не поддерживается системой TNC 320) U, V и W. Круговые оси обозначаются буквами A, B и C. На иллюстрации справа внизу показана связь дополнительных осей или круговых осей с главными осями.

Обозначение осей на фрезерных станках

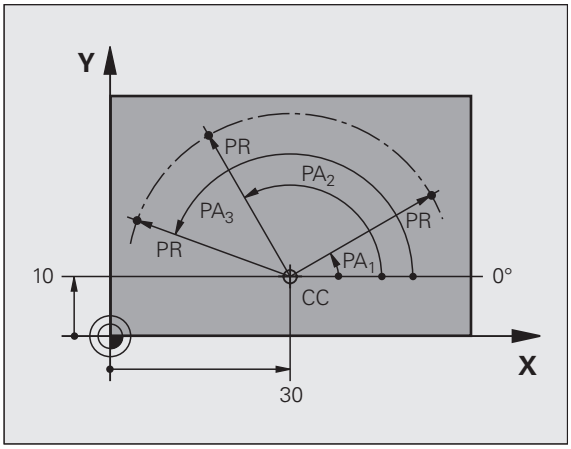
Оси X, Y и Z на Вашем фрезерном станке также обозначаются как ось инструмента, главная ось (1-я ось) и вспомогательная ось (2-я ось). Расположение оси инструмента определяется взаимосвязью между главной и вспомогательной осью.

Ось инструмента	Главная ось	Вспомогат. ось
X	Y	Z
Y	Z	X
Z	X	Y



Полярные координаты

Если размеры на рабочем чертеже назначены в декартовой системе координат, программа обработки также составляется с применением декартовой системы координат. При использовании заготовок с дугами окружностей или при наличии данных об углах во многих случаях проще определить позиции с помощью полярных координат.



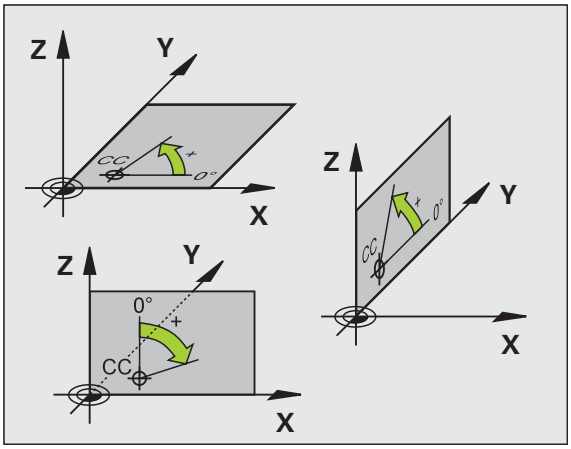
В отличие от декартовых координат X, Y и Z полярные координаты описывают положения только на плоскости. Полярные координаты имеют нулевую точку на полюсе CC (CC = circle centre; англ. центр окружности). Таким образом, положение на одной плоскости однозначно определяется с помощью следующих данных:

- радиус полярных координат: расстояние от полюса CC до точки
- угол полярных координат: угол между базовой осью угла и участком, соединяющим полюс CC с точкой

Определение полюса и базовой оси угла

Полюс определяется двумя координатами в декартовой системе координат на одной из трех плоскостей. Кроме того, при этом базовая ось угла однозначно назначается для угла полярных координат PA.

Координаты полюса (плоскость)	Базовая ось угла
X/Y	+X
Y/Z	+Y
Z/X	+Z

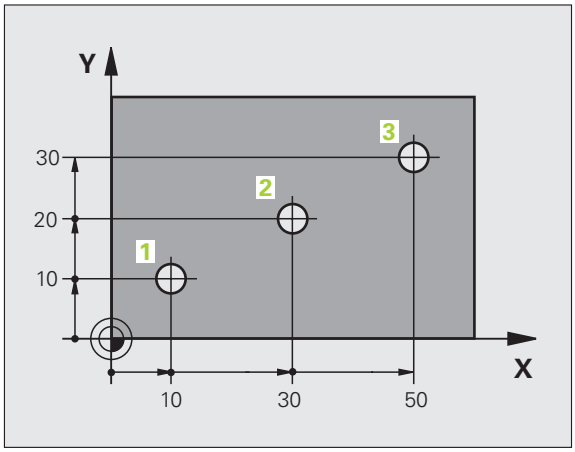


Абсолютные и инкрементальные координаты заготовки

Абсолютные координаты заготовки

Если координаты какой-либо позиции относятся к нулевой точке координат (начало), то они обозначаются как абсолютные координаты. Каждая позиция на заготовке однозначно определена ее абсолютными координатами.

Пример 1: отверстия с абсолютными координатами



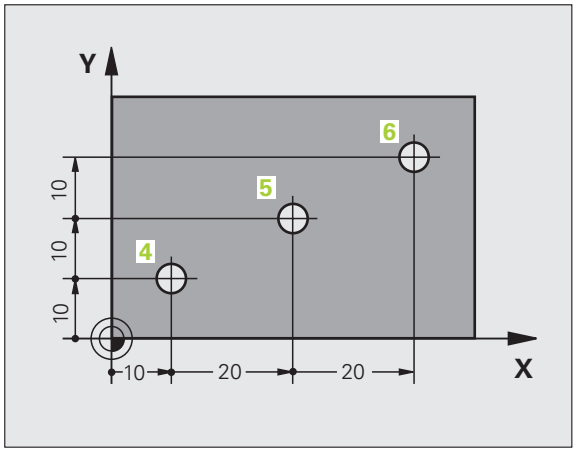
Отверстие 1	Отверстие 2	Отверстие 3
X = 10 мм	X = 30 мм	X = 50 мм
Y = 10 мм	Y = 20 мм	Y = 30 мм

Инкрементальные координаты заготовки

Инкрементальные координаты относятся к позиции инструмента, запрограммированной в последний раз, которая применяется в качестве относительной (воображаемой) нулевой точки. При этом инкрементальные координаты при создании программы задают размерные данные между последней и следующей за ней заданной позицией, относительно которой должен перемещаться инструмент. Поэтому он также называется составным размером.

Инкрементальный размер выделяется наличием “I” перед обозначением оси.

Пример 2: отверстия с инкрементальными координатами



Абсолютные координаты отверстия 4

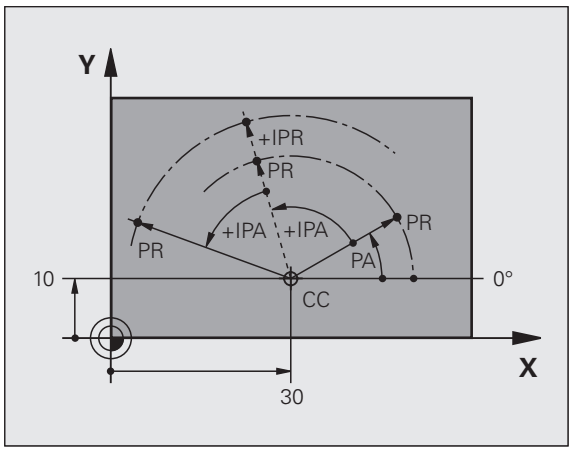
X = 10 мм
Y = 10 мм

Отверстие 5, по отношению к 4	Отверстие 6, по отношению к 5
X = 20 мм	X = 20 мм
Y = 10 мм	Y = 10 мм

Абсолютные и инкрементальные полярные координаты

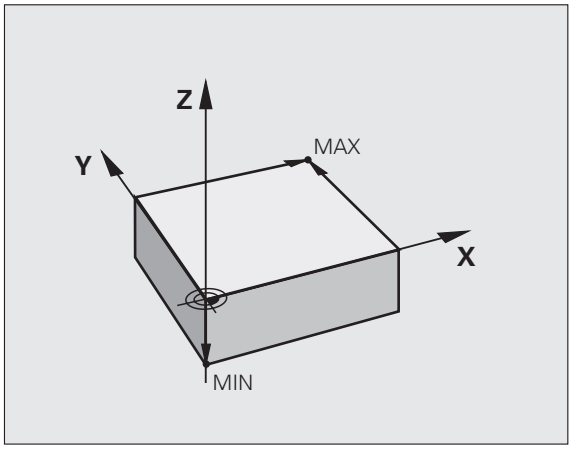
Абсолютные координаты всегда относятся к полюсу и базовой оси угла.

Инкрементальные координаты всегда относятся к запрограммированной в последний раз позиции инструмента.



Определение точки привязки

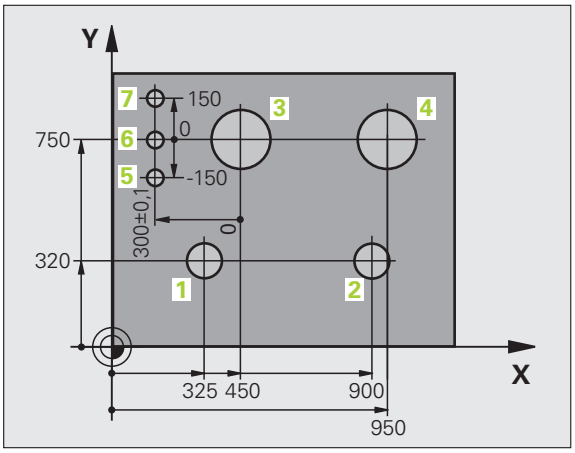
Согласно чертежу заготовки определенный элемент заготовки устанавливается как абсолютная точка привязки (нулевая точка), в большинстве случаев это угол заготовки. При назначении координат точки привязки оператор вначале выверяет заготовку по отношению к осям станка и переводит инструмент для каждой оси в известное положение относительно заготовки. Для этой позиции индикация ЧПУ обнуляется или устанавливается на заданное значение положения. Таким образом, устанавливается связь заготовки с базовой системой, действующей для индикации ЧПУ или для программы обработки.



Если на чертеже заготовки заданы относительные точки привязки, просто воспользуйтесь циклами преобразования координат (смотри „Циклы преобразования координат” на странице 339).

Если на чертеже заготовки не назначены размеры, соответствующие NC-системе, выберите позицию или угол заготовки в качестве точки привязки, на основании которой можно наиболее простым способом определить размерные данные остальных позиций заготовки.

Особенно удобно точки привязки устанавливаются с помощью трехмерного измерительного щупа фирмы HEIDENHAIN. См. Руководство пользователя "Циклы измерительных щупов": “Установка координаты точки привязки с помощью 3D-щупа”.



Пример

На эскизе заготовки справа показаны отверстия (1 - 4), размеры которых назначаются относительно абсолютной точки привязки с координатами X=0 Y=0. Отверстия (5 - 7) связаны с относительной точкой с абсолютными координатами X=450 Y=750. С помощью цикла **СМЕЩЕНИЕ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ** можно временно сместить нулевую точку в позицию X=450, Y=750, для программирования отверстий (5 - 7) без дополнительных перерасчетов.

4.2 Управление файлами: основы

Файлы

Файлы в системе ЧПУ	Тип
Программы	
в формате HEIDENHAIN	.H
в формате DIN/ISO	.I
Таблицы для	
инструментов	.T
устройства смены инструмента	.TCH
нулевых точек	.D
предустановок	.PR
измерительных щупов	.TP
резервного файла	.BAK
Тексты в виде	
ASCII-файлов	.A
файлов-протоколов	.TXT

Если в системе ЧПУ вводится программа обработки, следует, прежде всего, указать имя данной программы. ЧПУ сохраняет программу в памяти в виде файла с тем же именем. Тексты и таблицы также хранятся в памяти ЧПУ как файлы.

Чтобы быстро находить файлы и управлять ими, в ЧПУ имеется специальное окно управления файлами. С его помощью можно вызывать, копировать, переименовывать и удалять различные файлы.

Пользуясь системой ЧПУ, можно управлять файлами общим объемом до 300 Мбайт и хранить их в памяти.

☞ Каждый раз после настройки ЧПУ создает после редактирования и сохранения в памяти NC-программ резервный файл *.bak. Это может вызвать затруднения в работе оператора при сокращении имеющейся области памяти устройства.

Имена файлов

Для программ, таблиц и текстов система ЧПУ добавляет расширение, которое отделяется от имени файла точкой. Этим расширением обозначается тип файла.

PROG20	.H
Имя файла	Тип файла

Длина имени файла не должна превышать 25 символов, иначе система ЧПУ не будет отображать полного имени программы. В имени файла не допускается использование следующих символов:

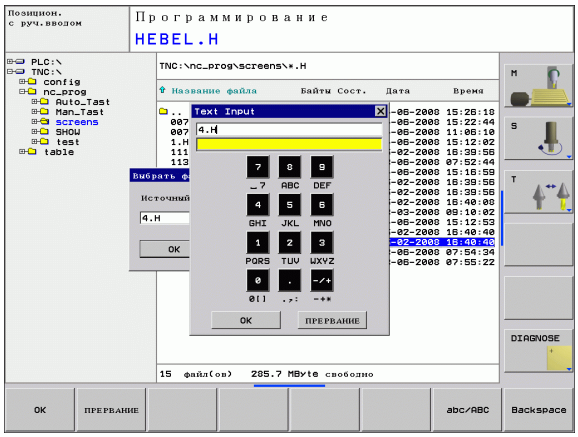
! “ ’ ( ) * + / ; < = > ? [ ] ^ ` { | } ~

Также в имени файла не разрешается использовать пробелы (HEX 20) и символ Delete (HEX 7F).

Максимально допустимая длина имени файла не должна превышать максимально допустимой длины пути к файлу, составляющей 256 знаков (смотри „Пути доступа” на странице 80).

Клавиатура дисплея

Буквы или специальные символы могут вводиться с клавиатуры на дисплее или с помощью USB-клавиатуры ПК (при ее наличии).



Ввод текста с помощью клавиатуры дисплея

- Нажмите клавишу GOTO, если необходимо ввести текст, например, для имени программы или имени директории, пользуясь клавиатурой на дисплее
- Система ЧПУ откроет окно, в котором отображается поле ввода чисел ЧПУ с соответствующим распределением букв
- При необходимости, многократно нажимая соответствующую клавишу, переместите курсор на желаемый знак
- Следует подождать до момента, когда выбранный знак будет принят системой ЧПУ в поле ввода, до начала ввода следующего знака
- Нажатием перепрограммируемой клавиши OK текст вводится в открытое диалоговое поле

С помощью перепрограммируемой клавиши **abc/ABC** выбираются прописные или строчные буквы. Если производителем станка определены дополнительные специальные символы, можно вызывать и вставлять эти знаки, пользуясь Softkey **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗНАКИ**. Для удаления отдельных знаков используется клавиша **Backspace**.

Защита данных

Фирма HEIDENHAIN рекомендует регулярно сохранять резервные копии программ и файлов, написанных в системе ЧПУ на ПК.

С этой целью фирма HEIDENHAIN предлагает функцию создания резервных копий в ПО для передачи данных TNCremoNT. При возникновении вопросов просим обращаться к производителю станка.

Кроме того, оператору требуется носитель данных, на котором хранятся все данные конкретного станка (PLC-программа, параметры станка и т.п.). При возникновении вопросов просим обращаться к производителю станка.

Время от времени следует удалять файлы, которые больше не требуются, чтобы для системных файлов (например, таблицы инструментов) в ЧПУ всегда оставалось достаточно свободного места на запоминающем устройстве.

4.3 Работа с файлами

Директории

Если в памяти ЧПУ сохраняется много программ, следует сохранять файлы в директории, чтобы обеспечить их наглядное представление. В этих директориях можно формировать последующие директории, так называемые "поддиректории". С помощью клавиши -/+ или ENT можно вызывать или выключать поддиректории.

Пути доступа

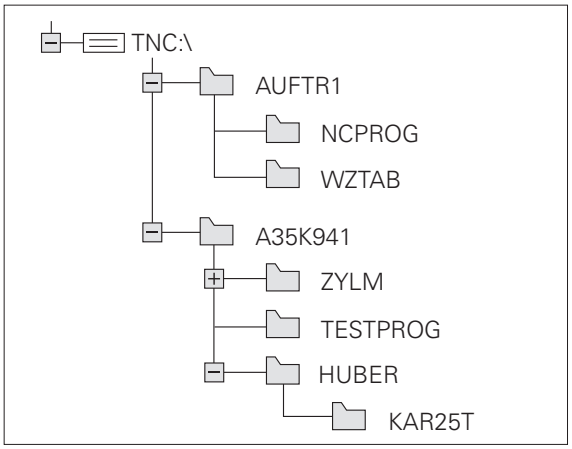
Путь доступа указывает на дисковод и все директории или поддиректории, в которых хранится какой-либо файл. Отдельные группы данных разделяются с помощью “\”.

Пример

На дисководе **TNC:** была создана директория AUFTR1. Затем в директории **AUFTR1** было сформирована поддиректория NCPROG, а в нее скопирована программа обработки PROG1.H. Следовательно, путь доступа к программе обработки будет таким:

TNC:\AUFTR1\NCPROG\PROG1.H

На рисунке справа показан пример индикации директории с разными путями доступа.



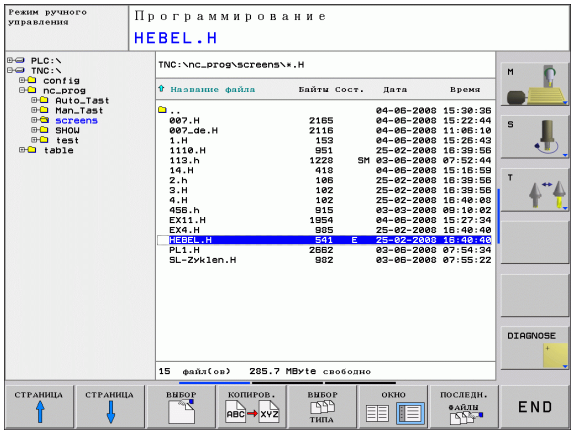
Обзор: функции управления файлами

Функция	Softkey
Копирование файла	КОПИРОВ. ABC → XYZ
Индикация типа файла	ВЫБОР ТИПА
Индикация последних 10 выбранных файлов	ПОСЛЕДН. ФАЙЛЫ
Удаление файла или директории	УДАЛИТЬ
Выделение файла	ВЫБРАТЬ
Переименование файла	ПЕРЕИМЕН. ABC = XYZ
Управление дисководами сети	СЕТЬ
Выбор редактора	SELECT EDITOR
Защита файла от удаления и изменений	ЗАЩИТА
Отмена защиты файла	СН. ЗАЩИТУ
Создание нового файла	NEW FILE
Сортировка файлов по свойствам	SORT
Копирование директории	КОП. ДИР.
Удаление директории и всех поддиректорий	УДАЛ. ВСЕ
Индикация директорий дисковода	АКТ. ДЕРЕВО
Переименование директории	ПЕРЕИМЕН. ABC = XYZ
Создание новой директории	НОВАЯ ДИРЕКТОРИЯ

Вызов управления файлами

PGM MGT

Нажмите клавишу PGM MGT: система ЧПУ откроет окно управления файлами. На иллюстрации справа показана базовая настройка. Если ЧПУ отображает другое разделение экрана дисплея, следует нажать перепрограммируемую клавишу ОКНО.



Левое, узкое окно отображает существующие дисководы и директории. Дисководы представляют собой устройства, с помощью которых данные сохраняются или передаются. Одним из дисководов является внутреннее запоминающее устройство ЧПУ, другие дисководы - это интерфейсы RS232, Ethernet и USB, к которым можно подключить, например, ПК или запоминающие устройства. Директория всегда обозначается символом директории (слева) и именем директории (справа). Поддиректории присоединяются слева направо. Если перед символом директории находится блок с +-символом, это означает, что существуют поддиректории, которые можно вызвать с помощью клавиши -/+ или ENT.

В правом, широком окне указываются все файлы, хранящиеся в выбранной директории. Для каждого файла показано несколько блоков информации, которые распределены в ячейках таблицы внизу.

Индикация	Значение
ИМЯ ФАЙЛА	Имя с расширением, отделенным точкой (тип файла)
BYTE (БАЙТ)	Объем файла в байтах
СОСТОЯНИЕ	Свойство файла:
E	выбрана программа в режиме работы "Программирование"
S	выбрана программа в режиме работы "Тест программы"
M	выбрана программа в режиме работы "Отработка программы"
	файл защищен от удаления и изменений (Protected)
ДАТА	Дата последнего изменения файла
ВРЕМЯ	Точное время в момент последнего изменения файла

Выбор дисководов, директорий и файлов

PGM MGT — Вызов управления файлами

Пользуйтесь клавишами со стрелкой или перепрограммируемыми клавишами для перемещения курсора в желаемое место на дисплее:

← → — Перемещает курсор из правого окна в левое и обратно

↓ ↑ — Перемещает курсор в окне вверх и вниз

СТРАНИЦА ↑ СТРАНИЦА ↓ — Перемещает курсор в окне по страницам вверх и вниз

Шаг 1: выбор дисковода

Выделите дисковод в левом окне:

ВЫБОР или ENT — Выбор дисковода: нажмите Softkey ВЫБОР или клавишу ENT

Шаг 2: выбор директории

Выделение директории в левом окне: правое окно автоматически отобразит все файлы из директории, которая выделена (ярко подсвечена)

Шаг 3: выбор файла

Нажмите Softkey ВЫБОР ТИПА

Нажмите Softkey желаемого типа файла или

для отображения всеч файлов: нажмите Softkey ПОКАЗАТЬ ВСЕ или

Выделите файл в правом окне:

или

Выбранный файл активируется в том режиме работы, из которого была вызвана функция управления файлами: нажмите Softkey ВЫБОР или клавишу ENT.

Создание новой директории

Выделите директорию в левом окне, в котором требуется создать поддиректорию

НОВЫЙ

Введите новое имя директории, нажмите клавишу ENT

ИМЯ ДИРЕКТОРИИ?

Подтвердите клавишей Softkey OK или

отмените клавишей Softkey ОТМЕНА

Копирование файла

- Переместите курсор на файл, который требуется скопировать

- Нажмите Softkey КОПИРОВАТЬ: выбор функции копирования. ЧПУ откроет окно перехода

- Введите имя целевого файла и назначте его клавишей ENT или Softkey OK: ЧПУ скопирует файл в текущую директорию или в соответствующую целевую директорию. Исходный файл сохранится

Копирование директории

Переместите курсор в левом окне в директорию, которую требуется скопировать. Затем нажмите Softkey КОП. ДИРЕКТОРИИ вместо Softkey КОПИРОВАТЬ. Поддиректории могут копироваться из ЧПУ вместе с ними.

Выбор настройки в блоке выбора

В разных диалоговых окнах система ЧПУ открывает окно перехода, в котором предлагается большое многообразие настроек блоков выбора.

- Для этого следует переместить курсор на желаемый блок выбора и нажать клавишу GOTO
- Затем курсор позиционируется клавишами со стрелкой на требуемой настройке
- Нажатием Softkey OK присваивается значение, клавишей Softkey ОТМЕНА отменяется выбор

Выбор одного из последних 10 выбранных файлов

Вызов управления файлами

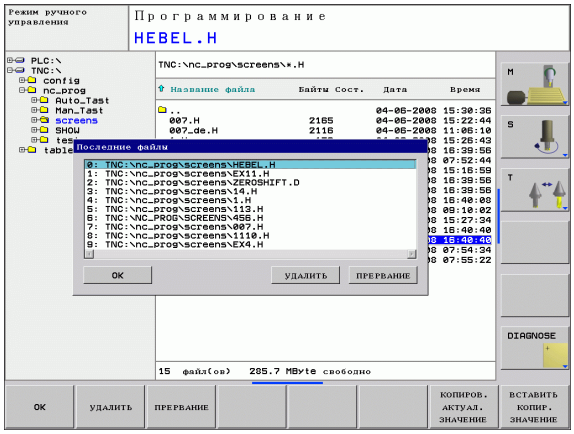
Индикация последних 10 выбранных файлов: нажмите Softkey ПОСЛЕДНИЕ ФАЙЛЫ

Для перемещения курсора на тот файл, который требуется выбрать, следует использовать клавиши со стрелкой:

Перемещает курсор в окне вверх и вниз

Выберите файл: нажмите Softkey OK или клавишу ENT

или



Удаление файла

- Переместите курсор на тот файл, который необходимо удалить

- Выбор функции удаления: нажмите Softkey УДАЛИТЬ
- Подтверждение удаления: нажмите Softkey OK или
- Прерывание удаления: нажмите Softkey ОТМЕНА

Удаление директории

- Можно удалить все файлы и поддиректории из директории, которую требуется удалить
- Переместите курсор на директорию, которую требуется удалить

- Выбор функции удаления: нажмите Softkey УДАЛИТЬ ВСЕ. Система ЧПУ выдает вопрос о том, требуется ли также удалить поддиректории и файлы
- Подтверждение удаления: нажмите Softkey OK или
- Отмена удаления: нажмите Softkey ОТМЕНА

Выделение файлов

Функция выделения	Softkey
Выделение файла	ВЫБРАТЬ ФАЙЛ
Выделение всех файлов в директории	ВСЕ ФАЙЛЫ ВЫБРАТЬ
Отмена выделения файла	ВЫБОР ОТМЕНИТЬ
Отмена выделения всех файлов	ВСЕ МАРКИР. ОТМЕНИТЬ

Такие функции, как копирование или удаление файлов, можно применять как для отдельных файлов, так и совместно для групп файлов. Группа из нескольких файлов выделяется следующим образом:

Переместите курсор на первый файл

ВЫБРАТЬ — Отображение функции выделения: нажмите Softkey ВЫДЕЛИТЬ

ВЫБРАТЬ ФАЙЛ — Выделение файла: нажмите Softkey ВЫДЕЛИТЬ ФАЙЛ

Переместите курсор на другой файл

ВЫБРАТЬ ФАЙЛ — Выделите еще один файл: нажмите Softkey ВЫДЕЛИТЬ ФАЙЛ и т.д.

Копирование выделенных файлов: пользуясь клавишей Softkey возврата, выйдите из функции ВЫДЕЛИТЬ

КОПИРОВ. ABC XYZ — Копирование выделенных файлов: выберите Softkey КОПИРОВАТЬ

УДАЛИТЬ — Удаление выделенных файлов: нажмите Softkey возврата, чтобы выйти из функций выделение, затем нажмите Softkey УДАЛИТЬ

Переименование файла

▶ Переместите курсор на тот файл, который требуется переименовать

▶ Выбор функции переименования

▶ Введите новое имя файла; тип файла может не изменяться

▶ Выполните переименование: нажмите Softkey OK или клавишу ENT

Сортировка файлов

▶ Выберите директорию, в которой требуется выполнить сортировку файлов

▶ Выберите Softkey СОРТИРОВКА

▶ Выберите Softkey с соответствующим критерием отображения

Дополнительные функции

Защита файла/отмена защиты файла

▶ Переместите курсор на тот файл, который требуется защитить

▶ Выбор дополнительных функций: нажмите Softkey ДОПОЛН. ФУНКЦ.

▶ Активация защиты файла: нажмите Softkey ЗАЩИТА, файл обозначается символом

▶ Защита файла отменяется тем же способом с помощью Softkey НЕЗАЩИЩ.

Выбор редактора

▶ Переместите курсор в правом окне на тот файл, который требуется открыть

▶ Выбор дополнительных функций: нажмите Softkey ДОПОЛН. ФУНКЦ.

▶ Выбор редактора, с помощью которого следует открыть выбранный файл: нажмите Softkey ВЫБОР РЕДАКТОРА

▶ Выделите желаемый редактор

▶ Нажмите Softkey OK, чтобы открыть файл

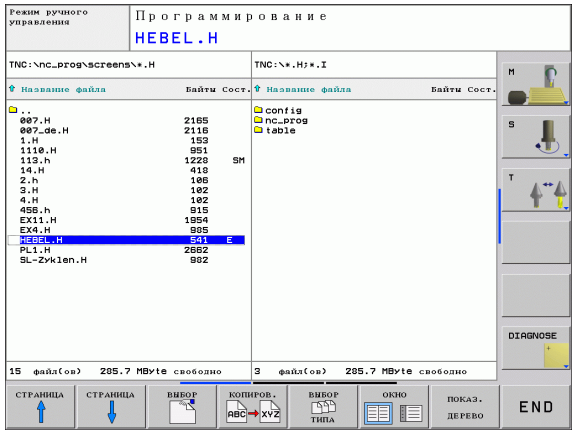
Активация или деактивация USB-устройств

▶ Выбор дополнительных функций: нажмите Softkey ДОПОЛН. ФУНКЦ.

▶ Переключите панель Softkey

▶ Выберите Softkey для активации или деактивации

Передача данных на внешний носитель данных/с внешнего носителя



Перед передачей данных на внешний носитель, оператор должен настроить интерфейс данных (смотри „Настройка интерфейса передачи данных” на странице 481).

Если данные передаются через последовательный интерфейс, то в зависимости от используемого ПО для передачи данных, могут возникнуть трудности, устраняемые путем повторного выполнения передачи данных.

PGM MGT — Вызов управления файлами

ОКНО — Выбор разделения экрана дисплея для передачи данных: нажмите Softkey **ОКНО**. Затем на обеих половинах экрана дисплея выбирается желаемая директория. Например, система ЧПУ отображает на левой половине экрана все файлы, хранящиеся в памяти в ЧПУ, а на правой половине экрана - все файлы, хранящиеся на внешнем носителе данных. Клавишей Softkey **ПОКАЗАТЬ ФАЙЛЫ** или **ПОКАЗАТЬ ДЕРЕВО** выполняется переход между отображением вида директории и вида файла.

Пользуйтесь клавишами со стрелкой для перемещения курсора на тот файл, который необходимо передать:

↑ ↓ — Перемещает курсор в окне вверх и вниз

← → — Перемещает курсор из правого окна в левое и обратно

Если необходимо скопировать данные с ЧПУ на внешний носитель, переместите курсор в левом окне на передаваемый файл.

Передача отдельного файла: переместите курсор на желаемый файл или

передача нескольких файлов: нажмите Softkey **ВЫДЕЛИТЬ** (на второй панели Softkey, смотри „Выделение файлов”, страница 87) и в соответствии с этим выделите файлы. Пользуясь клавишей Softkey возврата, снова выйдите из функции **ВЫДЕЛИТЬ**

Нажмите Softkey КОПИРОВАТЬ

Подтвердите действие клавишей Softkey OK или клавишей ENT. В программах с большей длиной ЧПУ вызывает окно состояния, передающее информацию о ходе копирования.

Закончите передачу данных: переместите курсор в левое окно, затем нажмите Softkey ОКНО. Система ЧПУ снова отобразит стандартное окно управления файлами.

Чтобы выбрать другую директорию в двойном окне файлов, нажмите Softkey ПОКАЗАТЬ ДЕРЕВО. При нажатии Softkey ПОКАЗАТЬ ФАЙЛЫ ЧПУ отображает содержимое выбранной директории!

Копирование файла в другую директорию

- Выберите разделение экрана дисплея с окнами равной величины
- Индикация директорий в обоих окнах: нажмите Softkey ПОКАЗАТЬ ДЕРЕВО

Правое окно

- Переместите курсор на директорию, в которую требуется скопировать файлы, и с помощью Softkey ПОКАЗАТЬ ФАЙЛЫ отобразить содержащиеся в этой директории файлы

Левое окно

- Выберите директорию с файлами, которые требуется скопировать, и с помощью Softkey ПОКАЗАТЬ ФАЙЛЫ отобразить файлы

- Отображает функции выделения файлов

- Переместите курсор на файлы, которые требуется копировать. По желанию можно таким же образом маркировать последующие файлы

- Копирование выделенных файлов в целевую директорию

Другие функции выделения: смотри „Выделение файлов”, страница 87.

Если оператор выполнил выделение файлов как в левом, так и в правом окне, то ЧПУ выполняет копирование из той директории, в которой находится курсор.

Перезапись файлов

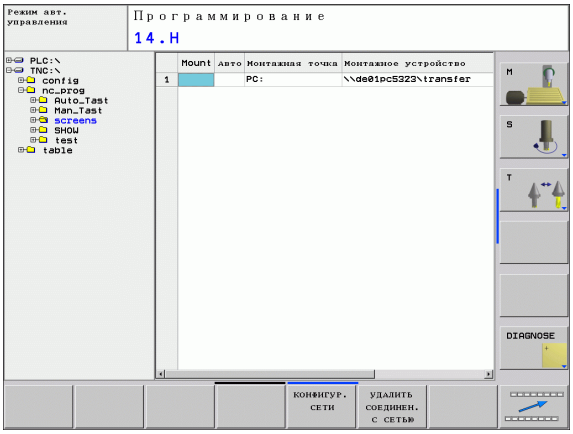
Если файлы копируются в директорию, в которой находятся файлы с такими же именами, система ЧПУ выдает сообщение об ошибке «Защищенный файл». Для перезаписи файлов следует использовать функцию ВЫДЕЛИТЬ.

- Перезапись нескольких файлов: выполните выделение в окне перехода „Имеющиеся файлы“ и при необходимости „защищенные файлы“ и нажмите Softkey OK или
- не перезаписывать файлы: нажмите Softkey ОТМЕНА

Система ЧПУ в сети

Чтобы подключить карту Ethernet к сети, смотри „Ethernet-интерфейс”, страница 486.

ЧПУ заносит в протокол сообщения об ошибках во время работы в сети (смотри „Ethernet-интерфейс” на странице 486).



Если система ЧПУ подключена к сети, то она отображает подсоединенные дисководы в окне директории (левая половина дисплея). Все описанные выше функции (выбор дисковода, копирование файлов и т.п.) также действительны для дисководов сети, в том объеме, в котором это разрешено правилами контроля доступа.

Подключение и отключение дисковода сети

PGM MGT

- Выбор управления файлами: нажмите клавишу PGM MGT, при необходимости выберите с помощью Softkey ОКНО разделение экрана дисплея, как показано на иллюстрации справа вверху

СЕТЬ

- Управление дисководами сети: нажмите Softkey СЕТЬ (вторая панель Softkey). Система ЧПУ отобразит в правом окне возможные дисководы сети, к которым имеет доступ оператор. С помощью описанных далее клавиш Softkey определяются соединения для каждого дисковода

Функция	Softkey
Создать соединение с сетью, ЧПУ выделяет столбец **Mnt**, если соединение активно	ПРИСОЕД. ДИСКОВОД
Завершить соединение с сетью	РАЗЪЕД. ДИСКОВОД
Автоматически создать соединение с сетью при включении системы ЧПУ. ЧПУ выделяет столбец **Auto**, если соединение создается автоматически	АВТОМАТ. СОЕДИНИТЬ
Используйте функцию PING для тестирования соединения с сетью	PING
При нажатии Softkey ИНФОРМ. СЕТИ система ЧПУ отображает текущие сетевые настройки	NETWORK INFO

USB-устройства, подключенные к ЧПУ

Очень просто можно сохранять данные или загружать данные в ЧПУ, используя USB-устройства. Система ЧПУ поддерживает следующие блочные USB-устройства:

- дисководы дискет с файловой системой FAT/VFAT
- карты памяти с файловой системой FAT/VFAT
- жесткие диски с файловой системой FAT/VFAT
- CD-ROM-дисководы с файловой системой Joliet (ISO9660)

Подобные USB-устройства система ЧПУ распознает автоматически при подключении. USB-устройства с другими файловыми системами (например, NTFS) не поддерживаются. При их подключении система ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Система ЧПУ также выдает сообщение об ошибке, если вы подключаете USB-концентратор. В данном случае следует квитировать сообщение простым нажатием клавиши CE.

Как правило, все USB-устройства с вышеуказанными файловыми системами допускают подключение к ЧПУ. Если, тем не менее, возникнут какие-либо затруднения, просим обращаться на фирму HEIDENHAIN.

В окне управления файлами USB-устройства выглядят как особый дисковод в дереве директорий, так что оператор может надлежащим образом пользоваться описанными в предыдущих разделах функциями для управления файлами.

Для отключения USB-устройства следует выполнить базовую процедуру, указанную ниже.

▶ Выбор управления файлами: нажмите клавишу PGM MGT

▶ Нажав клавишу со стрелкой, перейдите к левому окну

▶ Нажав клавишу со стрелкой, перейдите к отделяемому USB-устройству

▶ Переключите панель Softkey дальше

▶ Выберите дополнительные функции

▶ Выберите функцию отключения USB-устройств: ЧПУ удаляет USB-устройства из дерева директорий

▶ Завершите управление файлами

И, наоборот, можно снова подключить ранее удаленное USB-устройство, нажав следующую перепрограммируемую клавишу:

▶ Выберите функцию для повторного подключения USB-устройств

4.4 Открытие и ввод программ

Структура NC-программы в диалоге открытым текстом HEIDENHAIN

Программа обработки состоит из ряда кадров программы. На рисунке справа показаны элементы кадра.

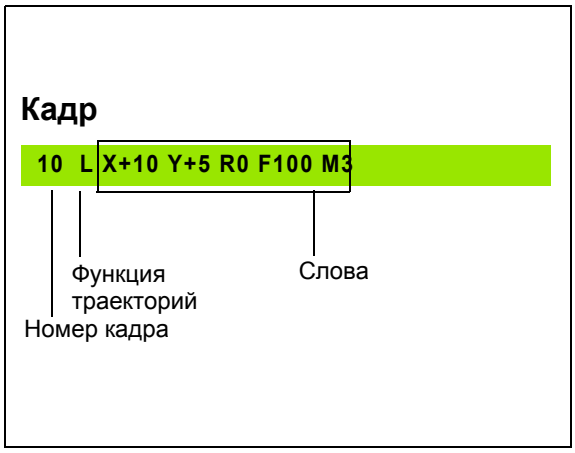
Система ЧПУ нумерует кадры программы обработки по возрастающей.

Первый кадр программы обозначается с помощью **BEGIN PGM**, имени программы и действующей единицы измерения.

Последующие кадры содержат информацию о:

- заготовке
- характеристиках и вызовах инструментов
- перемещении на безопасную высоту
- подачах и частоте вращения
- движениях по траекториям, циклах и других функциях

Последний кадр программы обозначен с помощью **END PGM**, имени программы и действующей единицы измерения.



Фирма HEIDENHAIN рекомендует после вызова инструмента всегда выполнять перемещение на безопасную высоту!

Определение заготовки: BLK FORM

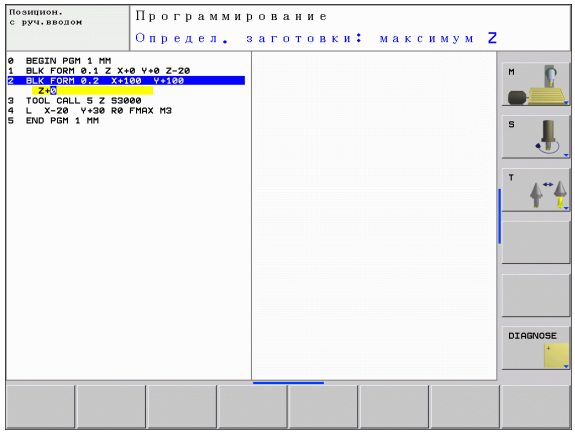
После открытия новой программы определяется необработанная заготовка в форме прямоугольного параллелепипеда. Для определения заготовки следует нажать Softkey SPEC FCT, а затем Softkey BLK FORM. Это определение требуется ЧПУ для графического моделирования. Стороны параллелепипеда могут иметь длину не более 100 000 мм и располагаться параллельно осям X, Y и Z. Заготовка описывается двумя угловыми точками:

- MIN-точка: наименьшая X -,Y- и Z-координата параллелепипеда; введите абсолютные значения
- MAX-точка: наибольшая X-,Y- и Z-координата параллелепипеда: введите абсолютные или инкрементальные значения

Определение заготовки требуется только в том случае, если Вам необходимо выполнить графический тест программы!

Создание новой программы обработки

Программа обработки всегда вводится в режиме работы **Программирование**. Пример открытия программы:



Выберите режим работы **Программирование**

Вызов функции управления файлами: нажмите клавишу PGM MGT

Выберите директорию, в которой должна храниться новая программа:

ИМЯ ФАЙЛА = 123.H

Введите новое имя программы, подтвердите его клавишей ENT

Выбор единицы измерения: нажмите Softkey MM или ДЮЙМ. Система ЧПУ перейдет в окно программы и откроет диалоговое окно определения BLK-FORM (заготовка)

ОСЬ ШПИНДЕЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО X/Y/Z?

Ввод оси шпинделя

DEF BLK-FORM: MIN-ТОЧКА?

Введите последовательно X-, Y- и Z-координаты MIN-точки

0 ENT

0 ENT

-40 ENT

DEF BLK-FORM: MAX-ТОЧКА?

Введите последовательно X-, Y- и Z-координаты MAX-точки

100 ENT

100 ENT

0 ENT

Пример: индикация BLK-формы в NC-программе

0 BEGIN PGM NEU MM	Начало программы, имя, единица измерения
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Ось шпинделя, координаты MIN-точки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Координаты MAX-точки
3 END PGM NEU MM	Конец программы, имя, единица измерения

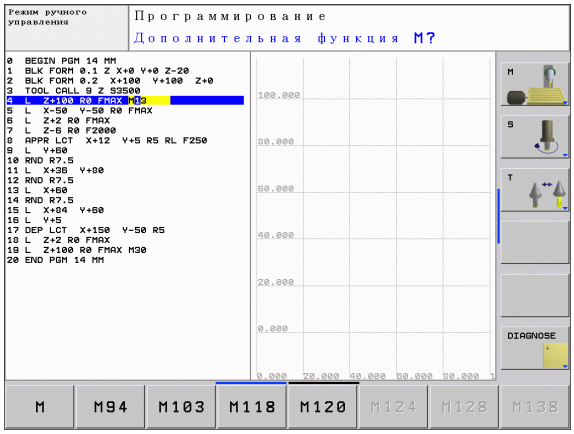
Система ЧПУ формирует номера кадров, а также **BEGIN**- и **END**-кадры автоматически.

Если не требуется программировать определение заготовки, то следует прервать работу в диалоговом окне при наличии параметра **Ось шпинделя параллельно X/Y/Z** клавишей DEL!

Система ЧПУ может отображать графику только в том случае, если размер самой короткой стороны составляет не менее 50 мкм, а самой длинной - не более 99 999,999 мм.

Программирование в диалоге открытым текстом

Чтобы запрограммировать кадр, следует начать с нажатия диалоговой клавиши. В верхней строке дисплея система ЧПУ запрашивает все необходимые данные.



Пример диалогового окна

L	Открытие диалогового окна
КООРДИНАТЫ?	
X 10	Введите целевую координату для оси X
Y 20 ENT	Введите целевую координату для оси Y, с помощью клавиши ENT перейдите к следующему вопросу
КОРРЕКЦИЯ НА РАДИУС: RL/RR/БЕЗ КОРРЕКЦИИ:?	
ENT	Введите “Без коррекции радиуса”, клавишей ENT перейдите к следующему вопросу
ПОДАЧА F=? / F MAX = ENT	
100 ENT	Подача для этого движения по траектории составляет 100 мм/мин, клавишей ENT перейдите к следующему вопросу
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ M-ФУНКЦИЯ?	
3 ENT	Дополнительной функцией **M3** “включить шпиндель” при нажатии клавиши ENT ЧПУ завершит этот диалог

В окне программы отобразится строка:

3 L X+10 Y+5 R0 F100 M3

Возможности ввода подачи

Функции для определения подачи	Softkey
Перемещение на ускоренном ходу	F MAX
Переместить с автоматически рассчитанной подачей из **TOOL CALL**-кадра	F AUTO
Переместить с запрограммированной подачей (единица мм/мин)	F

Функции диалога	Клавиша
Игнорировать вопрос диалога	NO ENT
Досрочно закончить диалог	END
Прервать и удалить диалог	DEL

Присвоение фактических занчений координат

Система ЧПУ дает возможность передачи текущей позиции инструмента в программу, например, если

- программируются кадры перемещения
- программируются циклы
- инструменты определяются посредством **TOOL DEF**

Для присвоения правильных значений положения следует выполнить действия, указанные далее:

- Поместите поле ввода на том участке кадра, на котором должна назначиться позиция

- Выберите функцию назначения фактической позиции: ЧПУ на панели Softkey показывает оси, положение которых могут быть назначены оператором

- Выбор оси: ЧПУ записывает текущее положение выбранной оси в активное поле ввода

Система ЧПУ всегда назначает на плоскости обработки координаты центра инструмента, даже если функция коррекции на радиус инструмента активна.

Система ЧПУ всегда назначает на оси инструмента координату вершины инструмента, при этом всегда учитывает активную коррекцию на длину инструмента.

Нельзя использовать функцию "Назначение фактической позиции", если активна функция "Разворот плоскости обработки".

Редактирование программы

Можно сохранить программу в памяти только в том случае, если она в это время не отрабатывается системой ЧПУ в режиме работы станка. ЧПУ разрешает редактирование программы, но не допускает сохранения изменений в памяти, выдавая сообщение об ошибке. При необходимости, Вы можете сохранять изменения под каким-либо другим именем файла.

Во время создания или изменения программы обработки можно с помощью клавиши со стрелкой или клавиш Softkey выбирать любую строку в программе и отдельные слова кадра:

Функция	Softkey/ клавиши
Перелистывание страниц вверх	СТРАНИЦА
Перелистывание страниц вниз	СТРАНИЦА
Переход к началу программы	НАЧАЛО
Переход к концу программы	КОНЕЦ
Изменение положения текущего кадра на дисплее. Таким образом, можно отображать большее количество кадров программы, запрограммированных перед текущим кадром	
Изменение положения текущего кадра на дисплее. Таким образом, можно отображать большее количество кадров программы, запрограммированных за текущим кадром	
Переход от одного кадра к другому	↓ ↑
Выбор отдельных слов в кадре	← →
Выбор определенного кадра: нажмите клавишу GOTO, введите желаемый номер кадра, подтвердите действие клавишей ENT.	GOTO

Функция	Softkey/ клавиша
Обнуления выбранного значения слова	CE
Удаление неверного значения	CE
Удаление сообщения об ошибке (немигающего)	CE
Удаление выбранного слова	NO ENT
Удаление выбранного кадра	DEL
Удаление циклов и частей программ	DEL
Удаление отдельных символов	X
Вставка кадра, который в последний раз был отредактирован или удален	ПОСЛЕДНИЙ КАДР ВСТАВИТЬ

Вставка кадров в любом месте программы

- Выберите кадр, за которым требуется вставить новый кадр, и откройте диалоговое окно

Изменение и вставка слов

- Выберите в кадре какое-либо слово и перезапишите его новым значением. Во время выбора слова можно выбрать программирование открытым текстом
- Завершение изменения: нажмите клавишу END

Если требуется вставить слово, нажимайте клавиши со стрелкой (вправо или влево) до тех пор, пока не появится необходимое диалоговое окно, и введите желаемое значение.

Поиск похожих слов в разных кадрах

Для этой функции установите Softkey АВТОМ. СИМВОЛ на ВЫКЛ.

→	Выбор слова в кадре: нажимайте клавиши со стрелкой, до выделения желаемого слова
↓	Выбор кадра с помощью клавиш со стрелкой

Выделение находится во вновь выбранном кадре на том же слове, что и в первоначально выбранном кадре.

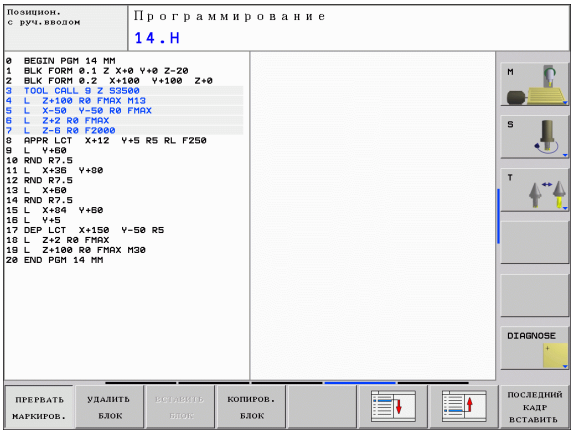
Поиск любого текста

- Выбор функции поиска: нажмите Softkey ПОИСК. Система ЧПУ отобразит диалоговое окно **Поиск текста**:
- Введите искомый текст
- Поиск текста: нажмите Softkey ПОИСК

Выделение, копирование, удаление и вставка частей программы

Для копирования частей программы в пределах одной NC-программы или копирования в другую NC-программу в ЧПУ предлагаются следующие функции: см. таблицу ниже.

Для копирования частей программы выполните действия, указанные далее.



- Выберите панель Softkey с функциями выделения
- Выберите первый (последний) кадр копируемой части программы
- Выделите первый (последний) кадр: нажмите Softkey ВЫДЕЛИТЬ БЛОК. Система ЧПУ высветит первый участок номера кадра посредством подсвеченного поля и вызовет Softkey ОТМЕНИТЬ ВЫДЕЛЕНИЕ
- Переместите курсор на последний (первый) кадр части программы, которую требуется скопировать или удалить. Система ЧПУ пометит все выделенные кадры разными цветами. В любой момент можно завершить функцию выделения, нажав Softkey ОТМЕНИТЬ ВЫДЕЛЕНИЕ
- Копирование выделенной части программы: нажмите Softkey КОПИРОВАТЬ БЛОК, удаление выделенной части программы: нажмите Softkey УДАЛЕНИЕ БЛОКА. Система ЧПУ сохраняет в памяти выделенный блок
- Выберите с помощью клавиши со стрелкой кадр, за которым требуется вставить скопированную (удаленную) часть программы

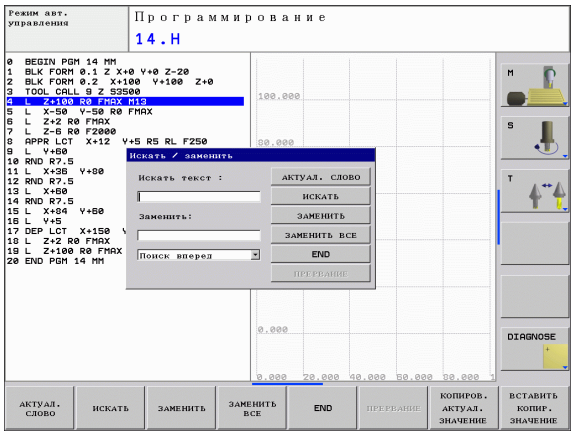
> Чтобы вставить копируемую часть программы в другую программу, следует выбрать соответствующую программу с помощью функции управления файлами и выделить там кадр, за которым необходимо вставить копию.

- Вставка сохраняемой в памяти части программы: нажмите Softkey ВСТАВИТЬ БЛОК
- Завершение функции выделения: нажмите Softkey ОТМЕНИТЬ ВЫДЕЛЕНИЕ

Функция	Softkey
Включить функцию выделения	ВЫБРАТЬ БЛОК
Выключить функцию выделения	ПРЕРВАТЬ МАРКИРОВ.
Удалить выделенный блок	УДАЛИТЬ БЛОК
Вставить находящийся в памяти блок	ВСТАВИТЬ БЛОК
Копировать выделенный блок	КОПИРОВ. БЛОК

Функция поиска в системе ЧПУ

С помощью функции поиска системы ЧПУ можно искать любой текст в программе, а также при необходимости заменять его новым текстом.



Поиск любого текста

- При необходимости, выберите кадр, в котором хранится искомое слово

ИСКАТЬ

- Выбор функции поиска: система ЧПУ вызывает окно поиска и отображает на панели Softkey имеющиеся функции поиска (см. таблицу "Функции поиска")

X +40

- Введите искомый текст, обратите внимание на написание с прописной/заглавной буквы

ИСКАТЬ

- Запуск процесса поиска: система ЧПУ переходит к следующему кадру, в котором хранится искомый текст

ИСКАТЬ

- Повтор процесса поиска: система ЧПУ переходит к следующему кадру, в котором хранится искомый текст

END

- Завершение функции поиска

Поиск/замена любого текста

Функция "Поиск/замена" невозможна, если

- программа защищена
- программа в данный момент отрабатывается системой ЧПУ

При использовании функции ЗАМЕНИТЬ ВСЕ не допускайте непредусмотренной замены фрагментов текста, которые в действительности требуется оставить неизменными. Фрагменты текста, которые были заменены, теряются без возможности восстановления.

- При необходимости, выберите кадр, в котором хранится искомое слово

- Выбор функции поиска: система ЧПУ вызывает окно поиска и отображает на панели Softkey имеющиеся в наличии функции поиска

- Введите искомый текст, обращая внимание на написание строчных/заглавных букв, подтвердите клавишей ENT

- Введите текст для замены, обращая внимание на написание прописных/заглавных букв

- Запуск процесса поиска: система ЧПУ переходит к следующему искомому фрагменту текста

- Для замены текста и последующего перехода к следующему месту обнаружения: нажмите Softkey ЗАМЕНИТЬ, а для замены всех обнаруженных мест с этим текстом: нажмите Softkey ЗАМЕНИТЬ ВСЕ; чтобы не выполнять замену текста и перейти с следующему месту обнаружения: нажмите Softkey ПОИСК

- Завершение функции поиска

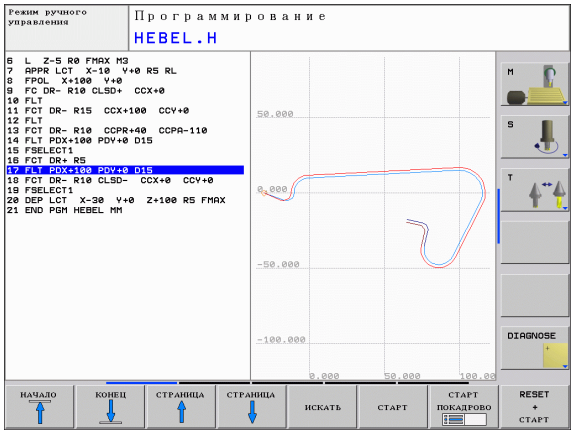
4.5 Графика при программировании

Графика выполняется/не выполняется при программировании

Во время составления программы ЧПУ может отображать запрограммированный контур с помощью двумерной графики.

▶ Для разделения экрана дисплея переключите на изображение программы слева и графики справа: нажмите клавишу РЕЖИМ РАЗДЕЛЕНИЯ ЭКРАНА и Softkey ПРОГРАММА + ГРАФИКА

▶ Установите клавишу Softkey АВТОМ. РИС. на ВКЛ. Когда вводятся строки программы, ЧПУ показывает каждое запрограммированное движение по траектории в окне графики справа



Если система ЧПУ не должна параллельно выполнять отображение графики, переключите Softkey АВТОМ. РИС. на ВЫКЛ.

АВТОМ. СИМВОЛЫ ВКЛ не обеспечивает графического изображения повторов частей программы.

Графическое воспроизведение существующей программы

▶ Выберите с помощью клавиши со стрелкой кадр, до которого следует создать графику, или нажмите GOTO и введите желаемый номер кадра вручную

▶ Создание графики: нажмите Softkey ПЕРЕЗАГР. + СТАРТ

Другие функции:

Функция	Softkey
Создание полной графики при программировании	RESET + СТАРТ
Создание покадровой графики при программировании	СТАРТ ПОКАДРОВО
Создание полной графики при программировании или дополнение после ПЕРЕЗАГР. + СТАРТ	СТАРТ
Приостановка графики при программировании. Эта клавиша появляется только в тот период, когда ЧПУ создает графику при программировании	СТОП

Индикация и выключение номеров кадров

▶ Переключение панели Softkey: см. рисунок справа вверху

▶ Вызов номеров кадров: Softkey ВЫКЛ. ИНДИК. НОМ. КАДРА переключить на ИНДИКАЦИЯ

▶ Выключить номера кадров: Softkey ВЫКЛ. ИНДИК. НОМ. КАДРА переключить на ВЫКЛ.

Удаление графики

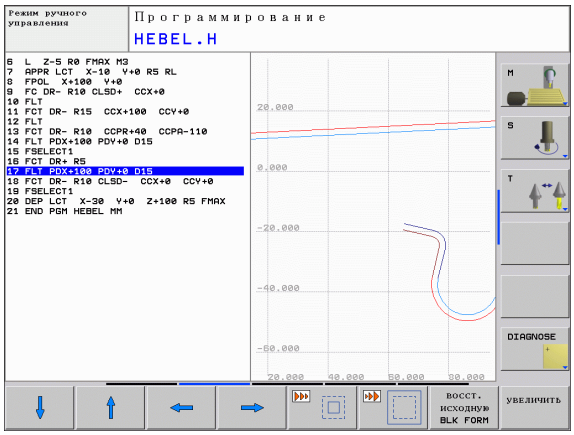
▶ Переключение панели Softkey: см. рисунок справа вверху

▶ Удаление графики: нажмите Softkey УДАЛИТЬ ГРАФИКУ

Увеличение или уменьшение фрагмента

Оператор может самостоятельно определить вид (перспективу) для графики. С помощью рамок выбирается отрезок для увеличения или уменьшения.

▶ Выбор панели Softkey для увеличения/уменьшения фрагмента (вторая панель, см. рисунок справа в центре)



При этом предлагаются следующие функции:

Функция	Softkey
Вызов и смещение рамок. Для смещения удерживайте соответствующую клавишу Softkey нажатой	← → ↓ ↑
Уменьшение рамки – для уменьшения удерживайте клавишу Softkey нажатой	
Увеличение рамки – для увеличения удерживайте клавишу Softkey нажатой	

▶ С помощью клавиши ФРАГМЕНТ ЗАГОТОВКИ выберите область

С помощью клавиши ЗАГОТОВКА КАК BLK FORM восстанавливается первоначальный вид фрагмента.

4.6 Оглавление программ

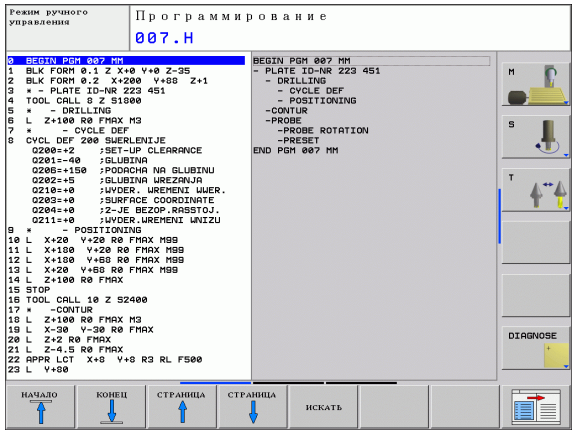
Определение, возможности применения

В системе ЧПУ предусмотрена возможность комментирования кадров программы обработки. Оглавление - это короткие текстовые фрагменты (не более 37 знаков), представленные в виде комментариев или заголовков для последующих строк программы.

Длинные и сложные программы благодаря рациональному использованию оглавления имеют более наглядную и простую для понимания форму.

Это облегчает внесение изменений в программу позже. Оглавление вставляется в любом месте программы обработки. Его можно дополнительно отображать в собственном окне, а также обрабатывать или дополнять.

Управление вставленными пунктами оглавления осуществляется в отдельном файле (окончание .SEC.DEP). Тем самым повышается скорость навигации в окне оглавления.



Отображение окна оглавления/переход к другому активном окну

▶ Отображение окна оглавления: выберите разделение экрана дисплея ПРОГРАММА + ОГЛ.

▶ Смена активного окна: нажмите Softkey „смена окна“

Вставка кадра группировки в окне программы (слева)

▶ Выберите кадр, за которым вы хотите вставить кадр оглавления

▶ Выбор специальных функций: нажмите клавишу SPEC FCT

▶ Нажать Softkey ВСТАВИТЬ ОГЛАВЛЕНИЕ

▶ Введите текст оглавления на клавиатуре дисплея (смотри „Клавиатура дисплея” на странице 79)

▶ При необходимости, измените уровень оглавления с помощью Softkey

Отображение кадров по оглавлению

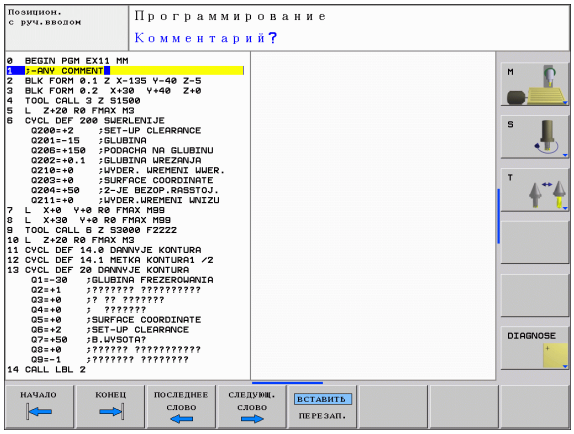
Если оператор в окне оглавления переходит от одного кадра к другому, то система ЧПУ параллельно отображает кадры в окне программы. Таким образом, сделав всего несколько шагов, Вы можете пройти части программы большого размера.

4.7 Вставка комментария

Применение

Можно вставлять в программу обработки комментарии для пояснения шагов программирования или выдачи указаний.

В тех случаях, когда система ЧПУ не может отображать комментарий на дисплее полностью, на дисплее появляется знак **>>**.



Вставка строки комментария

- Выберите кадр, за которым требуется вставить комментарий
- Выбор специальных функций: нажмите клавишу SPEC FCT
- Нажмите Softkey ВСТАВИТЬ КОММЕНТАРИЙ
- Введите комментарий, пользуясь клавиатурой дисплея (смотри „Клавиатура дисплея” на странице 79)

Функции редактирования комментария

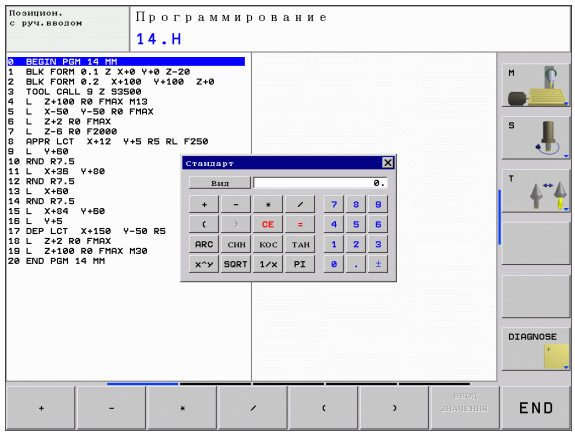
Функция	Softkey
Переход к началу комментария	НАЧАЛО
Переход к концу комментария	КОНЕЦ
Переход к началу слова. Слова следует разделять пробелом	ПОСЛЕДНЕЕ СЛОВО
Переход к концу слова. Слова следует разделять пробелом	СЛЕДУЮЩ. СЛОВО
Переключение между режимом вставки и замены	ВСТАВИТЬ ПЕРЕЗАП.

4.8 Калькулятор

Использование

Система ЧПУ имеет калькулятор с наиболее важными математическими функциями.

- С помощью клавиши можно CALC вызвать калькулятор на экран или снова закрыть
- Выберите функции, пользуясь командами быстрых клавиш Softkey.



Функция	Команда Softkey
Сложение	+
Вычитание	–
Умножение	*
Деление	/
Расчет в скобках	( )
Арккосинус	ARC
Синус	SIN
Косинус	COS
Тангенс	TAN
Возведение в степень значений	X^Y
Извлечение квадратного корня	SQRT
Обратная функция	1/x
PI (3.14159265359)	PI
Добавление значения в промежуточную память	M+
Сохранение значения в промежуточной памяти	MS
Вызов промежуточной памяти	MR
Удаление промежуточной памяти	MC
Натуральный логарифм	LN
Логарифм	LOG
Экспоненциальная функция	e^x
Проверка знака числа	SGN

Функция	Команда Softkey
Получение абсолютного значения	ABS
Отбросить разряды после запятой	INT
Отбросить разряды перед запятой	FRAC
Значение модуля	MOD
Выбор вида	Вид
Удаление значения	CE
Единица измерения	MM или ДЮЙМЫ
Изображение величины угла	DEG (градусы) или RAD (радианы)
Изображение числового значения	DEC (десятичное) или HEX (шестнадцатеричное)

Присвоение рассчитанного значения в программе

- С помощью клавиш со стрелкой выберите слово, которому следует присвоить рассчитанное значение
- С помощью клавиши CALC вызовите калькулятор и выполните необходимый расчет
- Нажмите клавишу «Присвоение фактической позиции», система ЧПУ покажет панель перепрограммируемых клавиш
- Нажмите клавишу CALC: система ЧПУ присвоит значение активному полю ввода и закроет калькулятор

4.9 Сообщения об ошибках

Индикация ошибок

Система ЧПУ показывает ошибки при наличии определенных условий, например, в случае:

- неверных операций ввода
- логических ошибок в программе
- невыполнимых элементах контура
- применении измерительного щупа несоответственно предписаниям

Появляющаяся ошибка выделяется в заглавной строке красным шрифтом. При этом длинные или многострочные сообщения об ошибках отображаются в сокращенной форме. Если ошибка возникает в режиме фоновой обработки, она выделяется словом «ошибка» шрифтом красного цвета. Полную информацию обо всех имеющихся ошибках оператор может получить в окне ошибок.

Если в виде исключения появляется «ошибка в обработке данных», ЧПУ автоматически открывает окно ошибок. Такую ошибку оператор неспособен устранить. Следует закрыть систему и заново выполнить запуск системы ЧПУ.

Сообщение об ошибке отображается в заглавной строке до тех пор, пока оно не будет удалено или заменено ошибкой более высокого приоритета.

Сообщение об ошибке, содержащее номер кадра программы, было вызвано этим или предыдущим кадром.

Открытие окна ошибок

ERR

▶ Нажмите клавишу ERR. Система ЧПУ откроет окно ошибок и отобразит полностью все имеющиеся сообщения об ошибках.

Закрытие окна ошибок

END

▶ Нажмите Softkey КОНЕЦ или

ERR

▶ Нажмите клавишу ERR. система ЧПУ закроет окно ошибок

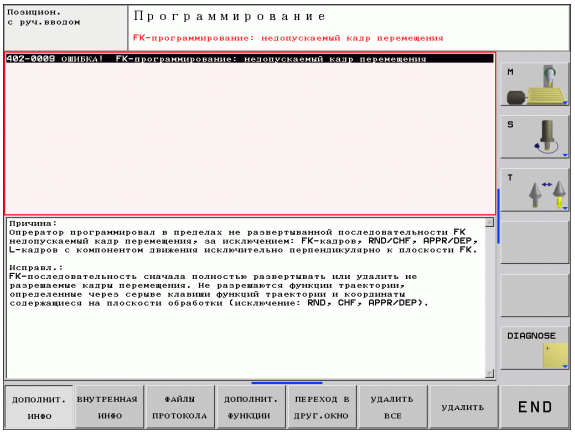
Подробные сообщения об ошибках

Система ЧПУ показывает возможные причины появления ошибки и варианты исправления ошибки:

▶ Откройте окно ошибок

▶ Информация о причине ошибки и устранении ошибки: следует переместите курсор на сообщение об ошибке и нажмите Softkey ДОПОЛН. ИНФОРМ. Система ЧПУ откроет окно с информацией о причине ошибки и ее устранении

▶ Выход из функции информации: повторно нажмите Softkey ДОПОЛН. ИНФОРМ.



Softkey ВНУТР. ИНФОРМ.

Клавиша Softkey ВНУТР. ИНФОРМ. выдает информацию к сообщению об ошибке, которая имеет значение только при сервисном обслуживании.

▶ Откройте окно ошибок

▶ Подробная информация к сообщению об ошибке: переместите курсор на сообщение и нажмите Softkey ВНУТР. ИНФОРМ.. ЧПУ откроет окно с информацией об ошибке

▶ Выход из функции подробной информации: нажмите Softkey ВНУТР. ИНФОРМ. снова

Удаление ошибки

Удаление ошибки за пределами окна ошибок:

CE

▶ Удаление ошибки/указания, отображаемых в заглавной строке: нажмите CE-клавишу

☞ В некоторых режимах работы (например, редактор) CE-клавиша может не использоваться для удаления ошибок, так как эта клавиша применяется для других функций.

Удаление нескольких ошибок:

▶ Откройте окно ошибок

DELETE

▶ Удаление отдельных ошибок: выделите сообщении об ошибке и нажмите Softkey УДАЛИТЬ

DELETE ALL

▶ Удаление всех ошибок: нажмите Softkey УДАЛИТЬ ВСЕ

☞ Если не устранена причина какой-либо из ошибок, то ее невозможно удалить. В этом случае сообщение об ошибке сохраняется.

Протокол ошибок

ЧПУ сохраняет в памяти появляющиеся ошибки и важные события (например, запуск системы) в протоколе ошибок. Емкость протокола ошибок ограничена. Если протокол ошибок полон, система ЧПУ использует второй файл. Если и этот файл заполнен до конца, первый протокол ошибок удаляется и записывается заново и т.п. При необходимости, переключите параметр ТЕКУЩИЙ ФАЙЛ на ПРЕДЫДУЩИЙ ФАЙЛ для просмотра журнала ошибок.

▶ Откройте окно ошибок

ФАЙЛЫ ПРОТОКОЛА

▶ Нажмите Softkey ФАЙЛЫ ПРОТОКОЛА

ПРОТОКОЛ ОШИБОК

▶ Открытие протокола ошибок: нажмите Softkey ПРОТОКОЛ ОШИБОК

PREVIOUS FILE

▶ При необходимости, откройте предыдущий файл протокола: нажмите Softkey ПРЕДЫДУЩИЙ ФАЙЛ

CURRENT FILE

▶ При необходимости, откройте текущий файл протокола: нажмите Softkey ТЕКУЩИЙ ФАЙЛ

Самая старая запись протокола ошибок находится в начале, а самая новая - в конце файла.

Протокол клавиш

Система ЧПУ сохраняет в памяти вводимые данные клавиш и важные события (например, запуск системы) в файле протокола клавиш. Емкость протокола клавиш ограничена. Если протокол клавиатуры полон, выполняется переключение на второй протокол клавиатуры. Если он тоже заполнен до конца, первый протокол клавиатуры удаляется и записывается заново и т.д. При необходимости переключитесь с параметра ТЕКУЩИЙ ФАЙЛ на ПРЕДЫДУЩИЙ ФАЙЛ для просмотра журнала вводимых данных.

- Нажмите Softkey ФАЙЛЫ ПРОТОКОЛА

- Открытие файла протокола клавиатуры: нажмите Softkey ПРОТОКОЛ КЛАВИАТУРЫ

- При необходимости, откройте предыдущий файл протокола: нажмите Softkey ПРЕДЫДУЩИЙ ФАЙЛ

- При необходимости, откройте текущий файл протокола: нажмите Softkey ТЕКУЩИЙ ФАЙЛ

Система ЧПУ сохраняет в памяти каждую нажатую на пульте управления клавишу в файле протокола клавиатуры. Самая старая запись протокола находится в начале, а самая новая - в конце файла.

Обзор клавиш и Softkey для просмотра файла протокола:

Функция	Softkey/ клавиши
Переход к началу файла протокола	НАЧАЛО
Переход к концу файла протокола	КОНЕЦ
Текущий файл протокола	CURRENT FILE
Предыдущий файл протокола	PREVIOUS FILE
Строка вперед/назад	↓ ↑
Возврат к главному меню	

Тексты подсказок

В случае ошибок управления, например, при нажатии запрещенной клавиши или вводе значения, находящегося вне области действия, ЧПУ указывает на наличие такой ошибки (зеленым) текстом в заглавной строке. Система ЧПУ удаляет текст подсказки при следующем правильном вводе.

Сохранение сервис-файлов в памяти

При необходимости можно сохранить в памяти «текущую ситуацию ЧПУ» и предоставить эту информацию техническому специалисту сервисной службы для ее оценки. При этом в памяти сохраняется группа сервис-файлов (протоколы ошибок и клавиатуры, а также другие файлы, содержащие данные о текущей ситуации для станка и обработки).

Если повторяется функция "Сохранить в памяти сервис-файлы", предыдущая сохраненная группа сервис-файлов перезаписывается.

Сохранение сервис-файлов в памяти:

- Откройте окно ошибок

- Нажмите Softkey ФАЙЛЫ ПРОТОКОЛА

- Сохранение в памяти сервис-файлов: нажмите Softkey СОХРАНЕНИЕ СЕРВИС-ФАЙЛОВ В ПАМЯТИ

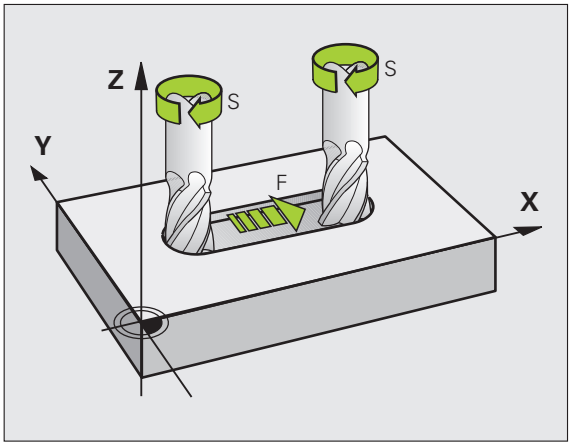
5

Программирование: инструменты

5.1 Ввод данных инструментов

Скорость подачи F

Скорость подачи **F** - это скорость (мм/мин или дюйм/мин), с которой центр инструмента перемещается по своей траектории. Максимальная скорость подачи определяется характеристиками станка и может отличаться для разных осей.



Ввод

Скорость подачи можно ввести в **TOOL CALL**-кадре или в любом кадре позиционирования(смотри „Создание кадров программы при использовании клавиш функции траектории” на странице 141).

Ускореный ход

Для того, чтобы запрограммировать устройство на ускореный ход, следует ввести **F MAX** . Для ввода переменной **F MAX** в диалоговом окне **Подача F= ?** нажмите клавишу ENT или клавишу Softkey FMAX.

Чтобы задать ускоренную подачу, можно также ввести соответствующее числовое значение, например, **F30000**. В этом случае параметр“ускоренная подача”, в отличие от варианта с применением **FMAX** будет сохраняться не только во время действия заданного кадра, но и после его окончания, пока не будет задана новая скорость подачи.

Продолжительность действия

Подача, заданная числовым значением, сохраняется, пока не будет задано новое значение скорости подачи. **ЗНАЧЕНИЕ "УСКОРЕННЫЙ ХОД", ЗАДАННОЕ КЛАВИШЕЙ F MAX,** сохраняется только в том кадре, в котором она была запрограммирована. После окончания кадра с ускоренным ходом, заданной клавишей **F MAX**, подача становится равной последней подаче, заданной вводом числового значения.

Внесение изменений во время выполнения программы

Во время выполнения программы подача изменяется при помощи поворотной ручки потенциометра F.

Скорость вращения шпинделя S

Скорость вращения шпинделя S задается в оборотах в минуту (об/мин) в кадре **TOOL CALL** (вызов инструмента).

Внесение изменений

В программе обработки частоту вращения шпинделя можно изменить с помощью TOOL CALL-кадра, введя только новую частоту вращения:

- Программирование вызова инструмента: нажмите клавишу TOOL CALL
- Пропустите диалог **Номер инструмента?**, нажав клавишу NO ENT
- Пропустите диалог **Ось шпинделя параллельно X/Y/Z ?** , нажав клавишу NO ENT
- В окне диалога **Скорость вращения шпинделя S= ?** введите новую скорость вращения шпинделя, подтвердите выбор клавишей END.

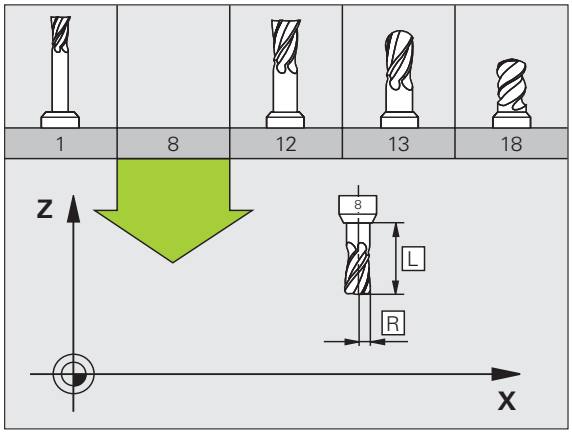
Внесение изменений во время выполнения программы

Во время выполнения программы частота вращения шпинделя изменяется при помощи потенциометра S частоты вращения шпинделя.

5.2 Параметры инструмента

Условия выполнения коррекции инструмента

Как правило, координаты движения по траектории программируются в соответствии с размерами заготовки, приведенными на чертеже. Для того, чтобы система ЧПУ могла провести расчет траектории центра инструмента, и, следовательно, выполнить коррекцию инструмента, нужно ввести длину и радиус каждого применяемого инструмента.



Параметры инструментов можно вводить либо с помощью функции **TOOL DEF** непосредственно в программе, либо отдельно в таблице инструментов. При вводе параметров инструментов в таблице можно ознакомиться с прочими соответствующими конкретному инструменту параметрами. Система ЧПУ учитывает все введенные данные во время выполнения программы обработки.

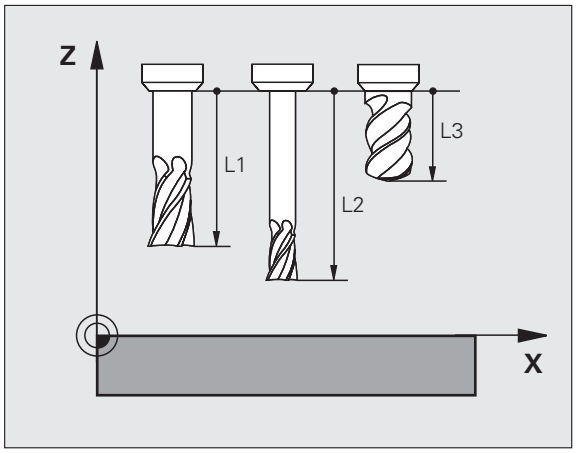
Номер инструмента, название инструмента

Каждый инструмент обозначен номером от 0 до 9999. Во время работы с таблицами инструментов можно использовать бльшие номера и дополнительно присваивать инструментам названия. Название инструмента может содержать не более 16 знаков.

Инструмент с номером 0 установлен как нулевой инструмент и имеет длину L=0, а также радиус R=0. В таблицах инструментов инструменту T0 также следует присвоить L=0 и R=0.

Длина инструмента L

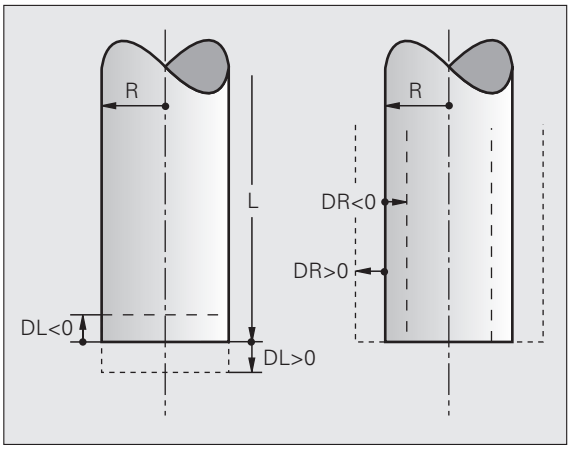
Длину инструмента L следует в большинстве случаев вводить в качестве абсолютной длины относительно опорной точки инструмента. Системе ЧПУ необходима общая длина инструмента для различных функций, связанных с многоосевой обработкой.



Радиус инструмента R

Радиус инструмента R вводится напрямую.

Значения "дельта" для длины и радиуса



Дельта-значениями обозначаются отклонения длины и радиуса инструмента.

Положительное дельта-значение представляет собой припуск (**DL**, **DR**, **DR2**>0). При обработке с припуском вводится значение для припуска при программировании вызова инструмента в **TOOL CALL**.

Отрицательное дельта-значение указывает на нижний предел размера (**DL**, **DR**, **DR2**<0). Нижний предел размера вводится в таблицу инструмента для расчета износа инструмента.

Дельта-значения вводятся в виде числовых значений, в кадре **TOOL CALL**; эти значения можно задать также при помощи Q-параметра.

Диапазон ввода: дельта-значения могут составлять не более ± 99,999 мм.

☞ Дельта-значения из таблицы инструментов влияют на графическое изображение **инструмента**. Изображение **заготовки** при моделировании не изменяется.

Дельта-значения из TOOL CALL-кадра при моделировании изменяют отображаемую величину **заготовки**. Величина инструмента в модели не изменяется.

Ввод данных инструмента в программу

Номер, длина и радиус для определенного инструмента вводятся в программе обработки один раз в кадре **TOOL DEF**:

- Выбор определения инструмента: нажмите клавишу TOOL DEF .

TOOL DEF

- **Номер инструмента**: выделите инструмент при помощи номера
- **Длина инструмента**: поправка на длину
- **Радиус инструмента**: поправка на радиус

☞ В режиме диалогового окна значения длины и радиуса можно ввести непосредственно в поле диалога: нажмите желаемую клавишу Softkey для оси.

Пример

```
4 TOOL DEF 5 L+10 R+5
```

Ввод данных инструмента в таблицу

В таблице инструментов можно определить до 9999 инструментов и сохранить в памяти их данные. Внимательно изучите функции редактирования, описанные далее в данной главе. Для ввода нескольких поправок к инструменту (индексирование номера инструмента) вставьте строку и допишите номер инструмента, введя точку и цифры от 1 до 9 (например, **T 5.2**).

Использование таблицы инструментов необходимо, если

- необходимо применять индексированные инструменты, например, ступенчатое сверло с несколькими поправками на длину (Страница 126)
- станок оснащен автоматическим устройством смены инструмента
- следует выполнить чистовую обработку с помощью цикла 22 (смотри „ПРОТЯЖКА (цикл 22)” на странице 304)

Таблица инструментов: стандартные параметры инструментов

Сокращение	Вводимые данные	Диалог
T	Номер, по которому инструмент вызывается в программе (например, 5, индексированный: 5.2)	–
НАЗВАНИЕ	Название, по которому инструмент вызывается в программе	**Название инструмента?**
L	Коррекция на длину инструмента L	**Длина инструмента?**
R	Коррекция на радиус инструмента R	**Радиус инструмента R?**
R2	Радиус инструмента R2 для угловой радиусной фрезы (графическое изображение для обработки радиусной фрезой).	**Радиус инструмента R2?**
DL	Значение дельта длины инструмента L	**Припуск на длину инструмента?**
DR	Дельта-значение радиуса инструмента R	**Припуск на радиус инструмента?**
DR2	Дельта-значение радиуса инструмента R2	**Припуск на радиус инструмента R2?**
TL	Заблокировать инструмент (**TL**: для **T**ool **L**ocked = англ. "инструмент заблокирован")	**Инструмент заблокирован? Да = ENT / Нет = NO ENT**
RT	Номер инструмента для замены – если есть – запасной инструмент (**RT**: для **R**eplacement **T**ool = англ. "запасной инструмент"); см. также **TIME2**	**Запасной инструмент?**
TIME1	Максимальный срок службы инструмента в минутах. Эта функция зависит от станка и описывается в инструкции по обслуживанию станка	**Максимальный срок службы?**

Сокращение	Вводимые данные	Диалог
TIME2	Максимальный срок службы инструмента при вызове инструмента **TOOL CALL** в минутах: если текущий срок службы достигает или превышает это значение, то ЧПУ при следующем вызове инструмента **TOOL CALL** использует запасной инструмент (см. также **CUR.TIME**)	**Максимальный срок службы при TOOL CALL?**
CUR.TIME	Текущий срок службы инструмента в минутах: система ЧПУ автоматически считает отработанное инструментом время (**CUR.TIME**: для **CUR**rent **TIME** = англ. "текущее время"). Для использованных инструментов можно ввести значение вручную	**Текущий срок службы?**
ТИП	Тип инструмента: клавиша Softkey ВЫБОР ТИПА (3-я панель Softkey); Система ЧПУ отобразит окно, в котором можно выбрать тип инструмента. Вы можете ввести тип инструмента, чтобы иметь возможность пользоваться фильтрами и выбирать настройку, при которой в таблице будут отображаться только инструменты выбранного типа.	**Тип инструмента?**
DOC	Комментарий к инструменту (не более 16 знаков)	**Комментарий к инструменту?**
PLC	Информация об инструменте, которая должна передаваться в PLC.	**Статус PLC?**
LCUTS	Длина режущей кромки инструмента для цикла 22	**Длина режущей кромки на оси инструмента ?**
ANGLE	Максимальный угол врезания инструмента в материал при возвратно-поступательной траектории врезания для циклов 22 и 208	**Максимальный угол врезания?**
LIFTOFF	Задает должна ли система ЧПУ в случае NC-остановки отводить инструмент от заготовки в направлении положительной оси инструмента, чтобы избежать появления следов выхода из материала на контуре. Если введено значение **Y**, то система ЧПУ перемещает инструмент на 0,1 мм от контура, при условии, что эта функция активирована в NC-программе при помощи M148.(смотри „Автоматически отвести инструмент от контура при NC-остановке: M148” на странице 205)	**Отводить инструмент Да/Нет?**
TP_NO	Указание на номер измерительного щупа в таблице измерительных щупов	**Номер измерительного щупа**
T-ANGLE	Угол при вершине инструмента. Применяется в цикле "Центрирование" (цикл 240), чтобы рассчитать глубину центрирования согласно введенному диаметру	**Угол при вершине**
PTYP	Тип инструмента для оценки его параметров в таблице мест инструмента	**Тип инструмента для таблицы мест инструмента?**

Таблица инструментов: параметры инструментов для автоматического измерения инструмента

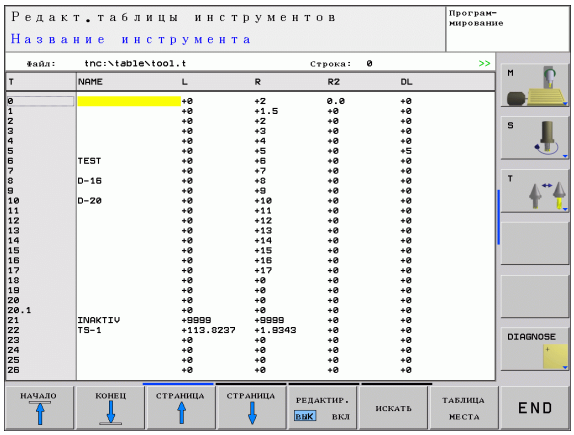
Описание циклов автоматического измерения инструмента: см. руководство пользователя "Циклы измерительных щупов", глава 4.

Сокращение	Вводимые данные	Диалог
CUT	Количество режущих кромок инструмента (макс. 20 режущих кромок)	**Количество режущих кромок?**
LTOL	Допустимое отклонение от длины инструмента L для обнаружения износа. Если введенное значение превышено, то система ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на износ: длина?**
RTOL	Допустимое отклонение от радиуса инструмента R для обнаружения износа. Если введенное значение превышено, то система ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на износ: радиус ?**
DIRECT.	Направление резания инструмента для измерения с вращающимся инструментом	**Направление резания (M3 = –)?**
R-OFFS).	Измерение длины: смещение инструмента между центром измерительного наконечника и центром инструмента. Предварительная настройка: не введено ни одно значение (смещение = радиус инструмента)	**Смещение инструмента, радиус ?**
L-OFFS	Измерение радиуса: дополнительное смещение инструмента к MP6530 между верхней кромкой измерительного наконечника и нижней кромкой инструмента. Предварительная настройка: 0	**Смещение инструмента, длина?**
LBREAK	Допустимое отклонение от длины инструмента L для обнаружения поломки. Если введенное значение превышено, ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на поломку: длина?**
RBREAK	Допустимое отклонение от радиуса инструмента R для обнаружения поломки. Если введенное значение превышено, то система ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на поломку: радиус?**

Редактирование таблицы инструментов

Задействованная в выполнении программы таблица инструментов называется TOOL.T и должна храниться в памяти в директории „TNC:\table“. Таблицу инструментов TOOL.T можно редактировать только в режиме обслуживания станка.

Называйте таблицы инструментов, которые вы архивируете или используете для теста программы, любым другим именем, заканчивающимся на T. Для режимов работы "Тест программы" и “Программирование” ЧПУ согласно стандартным установкам применяет таблицу инструментов „simtool.t“, сохраненную в директории „table“. Для редактирования нажмите в режиме работы "Тест программы" клавишу Softkey ТАБЛИЦА ИНСТРУМЕНТОВ.



Откройте таблицу инструментов TOOL.T:

- Выберите любой режим работы станка

- Выбор таблицы инструментов: нажмите клавишу Softkey ТАБЛИЦА ИНСТРУМЕНТОВ

- Установите клавишу Softkey РЕДАКТИРОВАНИЕ в положение “ВКЛ.”.

Показывать только определенные типы инструментов (настройка фильтра)

- Нажмите клавишу Softkey ФИЛЬТР ТАБЛИЦ на четвертой панели Softkey
- Выберите при помощи клавиш Softkey тип инструмента. Система ЧПУ будет показывать инструменты только выбранного типа.
- Отмена фильтра: снова нажмите на выбранный ранее тип инструмента или выберите другой тип инструмента

Фирма-производитель оборудования адаптирует диапазон функций фильтра к вашему станку. Соблюдайте указания инструкции по обслуживанию станка!

Открытие любой другую таблицы инструментов

▶ Выберите режим работы “Программирование”

PGM MGT

▶ Вызов управления файлами

▶ Отображение выбора типов файлов: нажмите клавишу Softkey ВЫБОР ТИПА

▶ Отображать файлы типа .T: нажмите клавишу Softkey ПОКАЗАТЬ .T

▶ Выберите файл или введите новое имя файла. Подтвердите выбор с помощью клавиши ENT или с помощью клавиши Softkey ВЫБОР

Если Вы открыли таблицу инструментов с целью редактирования, то Вы можете переместить курсор с помощью клавиш со стрелками или с помощью клавиш Softkey в любое место таблицы. В любом месте в таблицах можно перезаписывать сохраняемые значения или вводить новые значения. Дополнительные функции редактирования находятся в следующей таблице.

Если система ЧПУ не может отобразить все позиции таблицы инструментов одновременно, то полоса вверху в таблице высвечивает символ “**>>**” или “**<<**”.

Функции редактирования таблицы инструментов	Softkey
Переход в начало таблицы	НАЧАЛО
Переход в конец таблицы	КОНЕЦ
Переход к предыдущей странице таблицы	СТРАНИЦА
Переход к следующей странице таблицы	СТРАНИЦА
Поиск текста или числового значения	FIND
Переход к началу строки	НАЧАЛО СТРОКИ
Переход к концу строки	КОНЕЦ СТРОКИ
Копировать выделенное поле	КОПИРОВ. АКТУАЛ. ЗНАЧЕНИЕ
Вставить выделенное поле	ВСТАВИТЬ КОПИР. ЗНАЧЕНИЕ
Добавить максимально возможное для ввода количество строк (инструментов) к концу таблицы	N СТРОК ВСТАВИТЬ В КОНЦЕ

Функции редактирования таблицы инструментов	Softkey
Вставить строку с записываемым номером инструмента	ВСТАВИТЬ СТРОКУ
Удаление текущей строки (инструмента)	УДАЛИТЬ СТРОКУ
Сортировка инструментов по содержанию столбца	SORT
Индикация всех сверл в таблице инструментов	СВЕРЛО
Показать все фрезы в таблице инструментов	ФРЕЗА
Показать все метчики/резьбовые фрезы в таблице инструментов	МЕТ- ЧИК/- ФРЕЗА
Индикация всех щупов в таблице инструментов	TOUCH PROBE

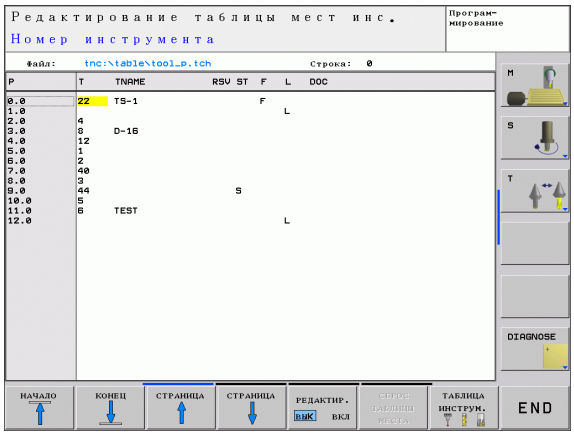
Выход из таблицы инструментов

- Вызовите управление файлами и выберите файл другого типа, например, программу обработки.

Таблица мест для устройства смены инструмента

Фирма-производитель станка адаптирует объем функций таблицы мест к станку. Соблюдайте указания инструкции по обслуживанию станка!

Для автоматической смены инструмента требуется таблица мест TOOL_P.TCH. Система ЧПУ управляет несколькими таблицами мест с любыми именами файлов. Таблица мест, которую следует активировать для выполнения программы, выбирается в режиме работы "Отработка программы" через меню управления файлами (статус M).



Редактирование таблицы мест в режиме "Отработка программы".

- Выбор таблицы инструментов: нажмите клавишу Softkey ТАБЛИЦА ИНСТРУМЕНТОВ

- Выбор таблицы местоположения: нажмите клавишу Softkey ТАБЛИЦА МЕСТ

- Установите клавишу Softkey РЕДАКТИРОВАНИЕ на ВКЛ.

Выбор таблицы мест в режиме работы “Программирование”

PGM MGT

- Вызов меню управления файлами
- Отображение выбора типов файлов: нажмите клавишу Softkey ПОКАЗАТЬ ВСЕ
- Выберите файл или введите новое имя файла. Подтвердите выбор с помощью клавиши ENT или с помощью Softkey ВЫБОР

Сокращение	Вводимые данные	Диалог
P	Номер места инструмента в магазине инструментов	–
T	Номер инструмента	**Номер инструмента?**
TNAME	Индикация названия инструмента из TOOL.T	**Название инструмента?**
RSV	Резервирование места для плоскостного магазина	**Место резерв.: Да=ENT/Нет = NOENT**
ST	Инструмент является специальным (**ST**: для **S**pecial **T**ool = англ. "специальный инструмент"); если он блокирует место до и после своего места, то следует блокировать соответствующее место в столбце L (статус L)	**Специальный инструмент? Да = ENT / Нет = NO ENT**
F	Всегда возвращать инструмент на то же самое место в магазине (**F**: для **F**ixed = англ. "фиксированное")	**Фиксированное место? Да = ENT / Нет = NO ENT**
L	Заблокировать место (**L**: для **L**ocked = англ. "блокированный", смотри также столбец ST)	**Место заблокировано Да = ENT / нет = NO ENT**
DOC	Индикация комментария к инструменту из TOOL.T	**Комментарий относительно места**
PLC	Информация, которая должна передаваться о месте инструмента в PLC	**PLC-статус?**
P1 ... P5	Функция определяется фирмой-производителем станка. Следуйте указаниям документации к станку	**Значение?**
PTYP	Тип инструмента. Функция определяется фирмой-производителем станка. Следуйте указаниям документации к станку	**Тип инструмента для таблицы мест?**
LOCKED_ABOVE	Плоскостной магазин: заблокировать место, расположенное над текущим	**Заблокировать место вверху?**
LOCKED_BELOW	Плоскостной магазин: заблокировать место, расположенное под текущим	**Заблокировать место внизу?**
LOCKED_LEFT	Плоскостной магазин: заблокировать место, расположенное слева от текущего	**Заблокировать место слева?**
LOCKED_RIGHT	Плоскостной магазин: заблокировать место, расположенное справа от текущего	**Заблокировать место справа?**

Функции редактирования таблицы мест	Softkey
Переход в начало таблицы	НАЧАЛО
Переход в конец таблицы	КОНЕЦ
Переход к предыдущей странице таблицы	СТРАНИЦА
Переход к следующей странице таблицы	СТРАНИЦА
Сброс таблицы мест	СБРОС ТАБЛИЦЫ МЕСТА
Сброс столбца "номер инструмента T"	СБРОС СТОЛБЕЦ T
Переход в начало строки	НАЧАЛО СТРОКИ
Переход в конец строки	КОНЕЦ СТРОКИ
Моделирование смены инструмента	SIMULATED TOOL CHANGE
Выброт инструмента из таблицы инструментов: система ЧПУ отображает содержание таблицы инструментов. При помощи клавиш со стрелками выберите инструмент, нажатием клавиши Softkey OK переместите в таблицу мест.	SELECT
Редактирование текущего поля	EDIT CURRENT FIELD
Сортировка видов	SORT

Фирма-производитель станка определяет функции, свойства и обозначение разных фильтров индикации. Соблюдайте указания инструкции по обслуживанию станка!

Вызов данных инструмента

Вызов инструмента TOOL CALL в программе обработки программируется со следующими данными:

- Вызовите инструмент с помощью клавиши TOOL CALL

TOOL CALL

- **Номер инструмента**: введите номер или название инструмента. Инструмент был определен ранее в кадре **TOLL DEF** или в таблице инструментов. Система ЧПУ автоматически записывает название инструмента в кавычках. Названия относятся к записи в активной таблице инструментов TOOL.T. Для вызова инструмента с другими значениями коррекции, следует ввести индекс после десятичной запятой, определенный в таблице инструментов Чтобы выбрать инструмент из таблицы инструментов: нажмите клавишу Softkey ВЫБРАТЬ, Система ЧПУ отобразит содержание таблицы инструментов. При помощи клавиш со стрелками выберите инструмент, нажатием клавиши Softkey OK переместите в таблицу мест.
- **Ось шпинделя параллельно X/Y/Z**: введите ось инструмента
- **Скорость вращения шпинделя S**: напрямую задайте скорость вращения шпинделя в оборотах в минуту. Также Вы можете определить скорость резания Vc [м/мин]. Для этого нажмите клавишу Softkey VC
- **Подача F**: скорость подачи [мм/мин или 0,1 дюйм/мин] сохраняется до тех пор, пока в кадре позиционирования или в TOOL CALL-кадре не будет запрограммирована новая скорость подачи
- **Припуск на длину инструмента DL**: дельта-значение для длины инструмента
- **Припуск на радиус инструмента DR**: дельта-значение для радиуса инструмента
- **Припуск на радиус инструмента DR2**: дельта-значение для радиуса инструмента 2

Пример: вызов инструмента

Выполняется вызов инструмента номер 5 в оси инструментов Z с частотой вращения шпинделя 2500 об/мин и скоростью подачи, составляющей 350 мм/мин. Припуск на длину и радиус инструмента 2 составляет 0,2 и 0,05 мм соответственно, нижний предел допуска для радиуса инструмента составляет 1 мм.

```
20 TOOL CALL 5.2 Z S2500 F350 DL+0,2 DR-1 DR2+0,05
```

Буква **D** перед **L** и **R** означает дельта-значение.

Предварительный выбор при использовании таблиц инструментов

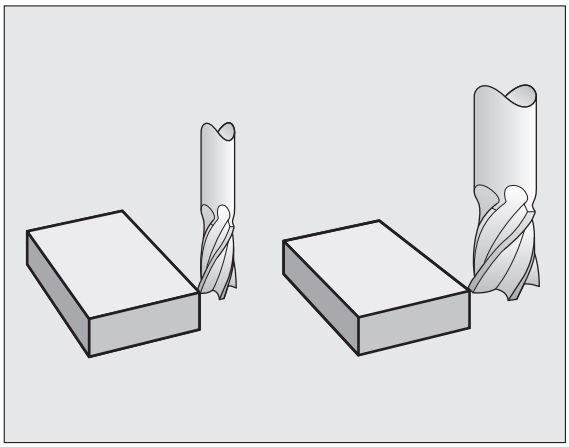
Если используются таблицы инструментов, то с помощью кадра **TOOL DEF**, осуществляется предварительный выбор следующего инструмента для использования. Для этого следует ввести номер инструмента и Q-параметр или название инструмента в кавычках.

5.3 Коррекция инструмента

Введение

Система ЧПУ изменяет траекторию инструмента на величину поправки, на длину инструмента по оси шпинделя и на значение радиуса инструмента на плоскости обработки.

Если программа обработки составляется непосредственно в системе ЧПУ, то поправка на радиус инструмента действует только на плоскости обработки. При этом ЧПУ учитывает до пяти осей, включая оси вращения.



Коррекция на длину инструмента

Коррекция на длину инструмента начинает действовать сразу после вызова инструмента и перемещения по оси шпинделя. Она отменяется, как только вызывается инструмент длиной L=0.

Если отменить поправку на длину с положительным значением через **TOOL CALL 0**, сократится расстояние между инструментом и заготовкой.

После вызова инструмента с помощью **TOOL CALL** запрограммированный путь инструмента по оси шпинделя изменяется на разницу длины между старым и новым инструментом.

При коррекции на длину учитываются как дельта-значения из **TOOL CALL**-кадра, так и из таблицы инструментов.

Величина коррекции = **L** + $\mathbf{DL}_{\text{TOOL CALL}}$ + $\mathbf{DL}_{\text{TAB}}$ с

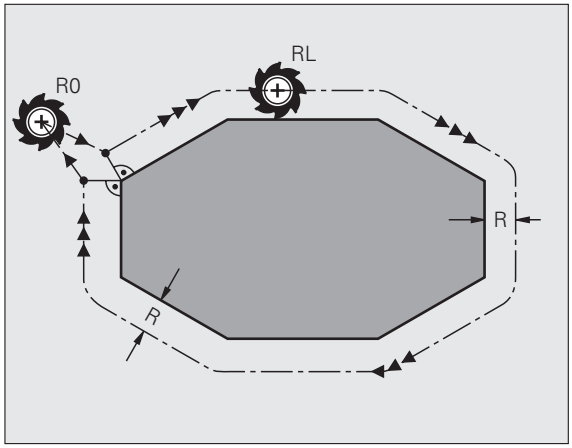
L:	Длина инструмента **L** из **TOOL DEF**-кадра или таблицы инструментов
$\mathbf{DL}_{\text{TOOL CALL}}$:	Припуск **DL** для длины из **TOOL CALL**-кадра (не учитывается при индикации положения)
$\mathbf{DL}_{\text{TAB}}$:	Припуск **DL** для длины из таблицы инструментов

Коррекция на радиус инструмента

Кадр программы для движения инструмента содержит

- **RL** или **RR** для поправки на радиус
- **R0**, если не должна производиться коррекция радиуса

Коррекция на радиус начинает учитываться сразу после вызова инструмента и будет перемещаться с помощью кадра прямых на плоскости обработки с RL или RR.



Система ЧПУ отменяет поправку на радиус, если:

- программируется линейное перемещение с **R0**
- выполняется выход из контура с помощью функции **DEP**
- программируется вызов **PGM CALL**
- выбирается новая программа при помощи PGM MGT

При поправке на длину учитываются как дельта-значения из **TOOL CALL**-кадра, так и из таблицы инструментов:

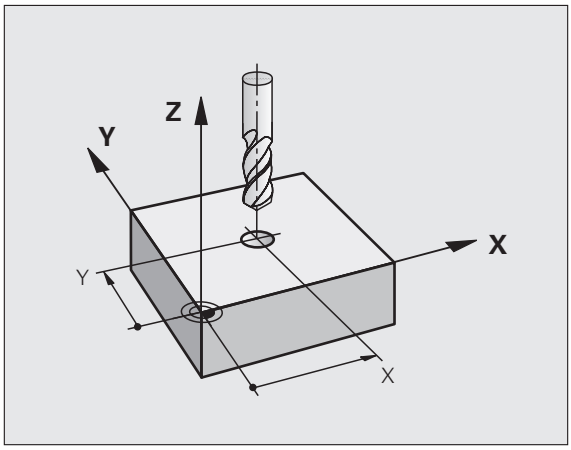
Величина коррекции = **R** + $\mathbf{DR}_{\text{TOOL CALL}}$ + $\mathbf{DR}_{\text{TAB}}$ с

R:	Радиус инструмента **R** из **TOOL DEF**-кадра или таблицы инструментов
$\mathbf{DR}_{\text{TOOL CALL}}$:	Припуск **DR** для радиуса из **TOOL CALL**-кадра (не учитывается в индикации положения)
$\mathbf{DR}_{\text{TAB}}$:	Припуск **DR** для радиуса из таблицы инструментов

Движения по траектории без поправки на радиус: R0

Инструмент и его центр перемещаются на плоскости обработки по запрограммированной траектории, или на запрограммированные координаты.

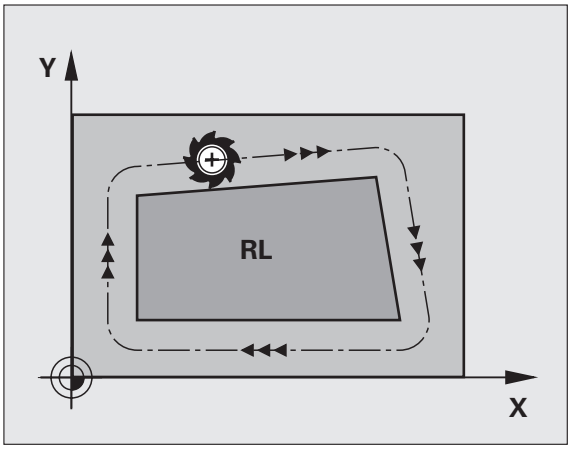
Применение: сверление, предпозиционирование.

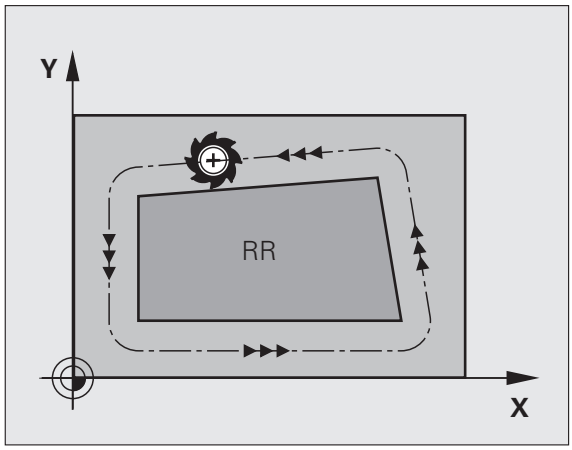


Движения по траектории с поправкой на радиус: RR и RL

RR Инструмент перемещается справа от контура
RL Инструмент перемещается слева от контура

При этом центр инструмента находится от запрограммированного контура на расстоянии, равном радиусу инструмента. Словами “справа” и “слева” обозначается положение инструмента в направлении перемещения по контуру заготовки. См. рисунки справа.





☞ Между двумя кадрами программы с разными значениями поправки на радиус **RR** и **RL** должен находиться как минимум один кадр перемещения на плоскости обработки без поправки на радиус (то есть с **R0**).

Коррекция на радиус остается активной до конца того кадра, в котором она была запрограммирована в первый раз.

В первом кадре с поправкой на радиус **RR/RL** и при отмене с **R0** ЧПУ всегда позиционирует инструмент перпендикулярно к программируемой точке старта и конечной точке. Следует позиционировать инструмент перед первой точкой контура или за последней точкой контура так, чтобы контур не был поврежден.

Ввод поправки на радиус

Задайте любую функцию траектории, введите координаты целевой точки и подтвердите с помощью клавиши ENT .

КОРРЕКЦИЯ НА РАДИУС: RL/RR/БЕЗ КОРРЕКЦИИ:?

RL — Движение инструмента слева от запрограммированного контура: нажмите клавишу Softkey RL или

RR — Движение инструмента справа от запрограммированного контура: нажмите клавишу Softkey RR или

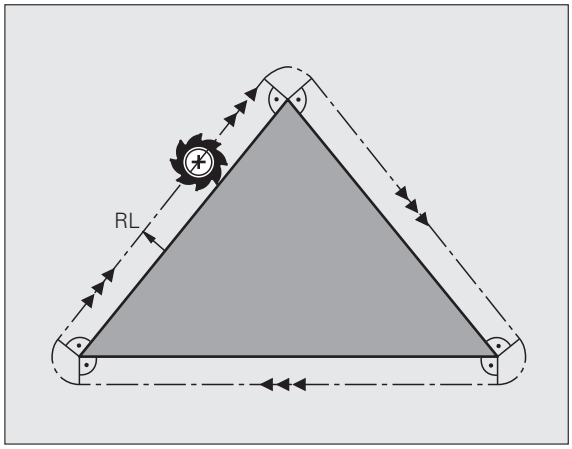
ENT — Движение инструмента без поправки на радиус/отмена коррекции на радиус: нажмите клавишу ENT

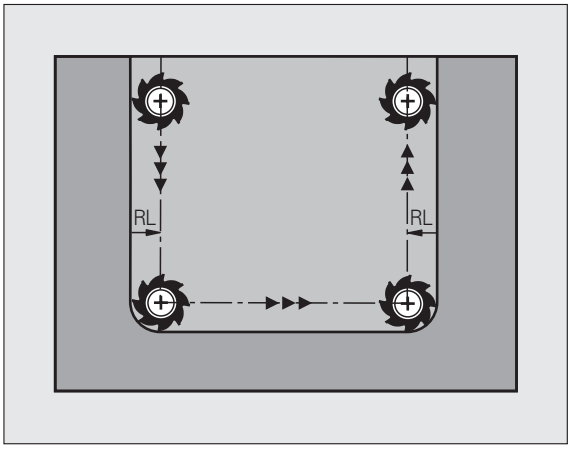
END — Закончить кадр: нажмите клавишу END

Коррекция на радиус: обработка углов

- Внешние углы:
  Если была задана поправка на радиус, то система ЧПУ ведет инструмент на внешних углах по переходному радиусу. При необходимости, ЧПУ уменьшает скорость подачи на внешних углах, например, при резком изменении направления.
- Внутренние углы:
  На внутренних углах система ЧПУ рассчитывает точку пересечения траекторий, по которым центр инструмента перемещается после коррекции. Начиная с этой точки, инструмент перемещается вдоль следующего элемента контура. Таким образом, предотвращается повреждение внутренних углов заготовки. Из этого следует, что нельзя произвольно выбирать величины радиуса инструмента для определенного контура.

Не следует задавать точку старта или конечную точку для внутренней обработки в угловой точке контура, так как он может быть поврежден при этом.





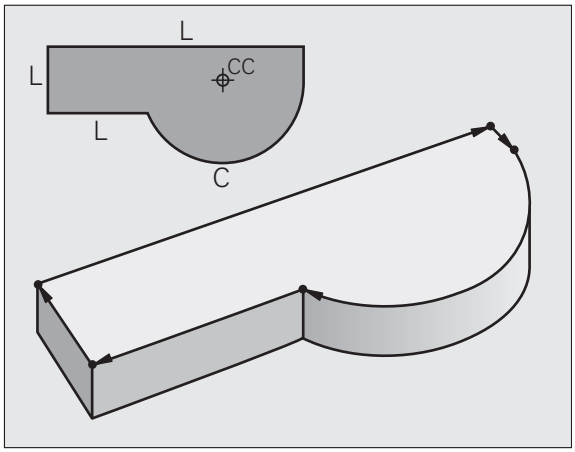
6

Программирование: программирование контуров

6.1 Движения инструмента

Функции траектории

Контур заготовки, как правило, состоит из нескольких элементов, таких, как прямые и дуги окружности. При помощи функции траектории программируются движения инструмента для **прямых** и **дуг окружности**.



Программирование свободного контура FK

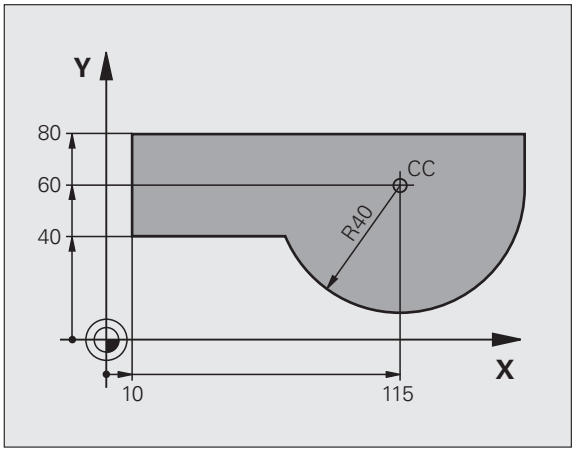
Если Вы не располагаете соответствующим стандартам NC-программы чертежом, и указаны не все размеры, необходимые для NC-программы, то контур заготовки программируется путем программирования свободного контура. Система ЧПУ рассчитывает отсутствующие данные.

С помощью FK-программирования программируются движения инструмента для **прямых** и **дуг окружности**.

Дополнительные M-функции

При помощи дополнительных функций Вы управляете ЧПУ,

- выполнением программы, например, перерывом в выполнении программы
- такими функциями станка, как включение и выключение шпинделя и подачи СОЖ
- поведением инструмента на траектории



Подпрограммы и повтораы частей программ

Повторяющиеся шаги обработки вводятся только один раз в качестве подпрограммы или как повторяющаяся часть программы. Если часть программы следует выполнять только при определенных условиях, надо назначить эти шаги программы в качестве подпрограммы. Дополнительно программа обработки может вызвать другую программу обработки и выполнить ее.

Программирование подпрограмм и повторов частей программы описано в главе 9.

Программирование при помощи Q-параметров

В программе обработки Q-параметры замещают числовые значения: Q-параметру присваивается числовое значение в какой-либо другой части программы. При помощи Q-параметров можно задавать математические функции, управляющие выполнением программы или описывающие контур.

Программирование с помощью Q-параметров описано в главе 10.

6.2 Основная информация о функциях траекторий

Программирование движения инструмента в программе обработки

Когда составляется программа обработки, функции траектории для отдельных элементов контура заготовки программируются по очереди. Для этого часто вводятся **координаты конечных точек элементов контура** из чертежа с нанесенными размерами. На основании этих данных, данных инструмента и величины коррекции радиуса, ЧПУ рассчитывает фактическую траекторию перемещения инструмента.

Система ЧПУ перемещает одновременно все оси станка, заданные в кадре программы функции траектории.

Движение параллельно осям станка

Кадр программы содержит информацию о координатах: ЧПУ перемещает инструмент параллельно заданной в программе оси станка.

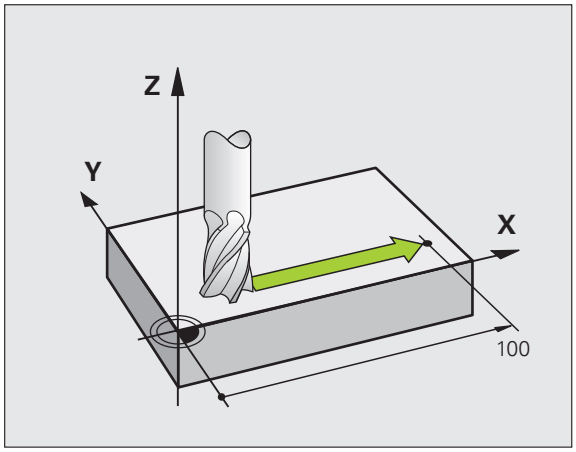
В зависимости от конструкции станка, при отработке движется либо инструмент, либо стол машины с закрепленным инструментом. При программировании движения по траектории нужно исходить из того, что перемещается инструмент .

Пример:

```
L X+100
```

L	Функция траектории “прямая”
X+100	Координаты конечной точки

Инструмент сохраняет Y- и Z-координаты и перемещается на позицию X=100. См. рисунок.



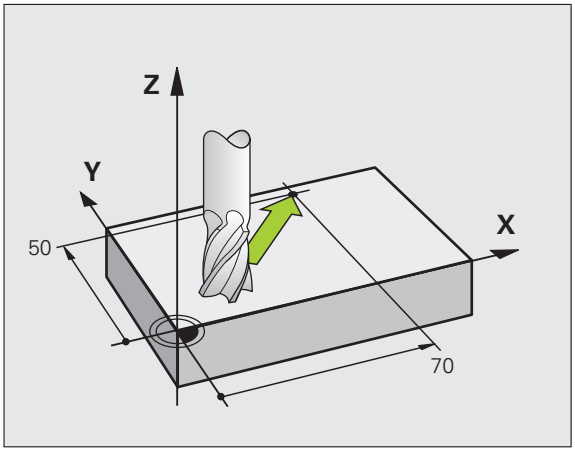
Движение в главных плоскостях

Кадр программы содержит две координаты: ЧПУ перемещает инструмент на запрограммированной плоскости.

Пример:

```
L X+70 Y+50
```

Инструмент сохраняет Z-координату и перемещается на XY-плоскости на позицию X=70, Y=50. См. рисунок

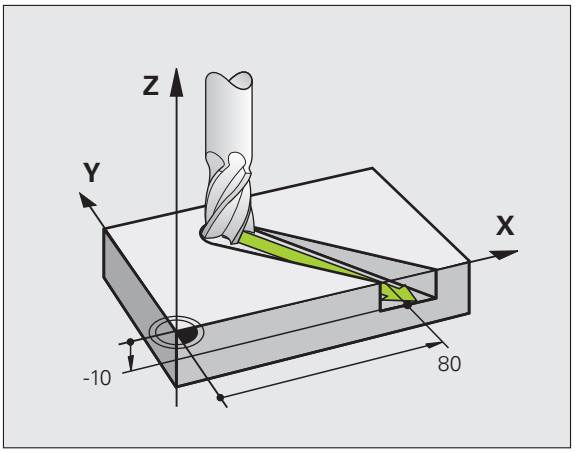


Трехмерное движение

Кадр программы содержит три координаты: ЧПУ перемещает инструмент в пространстве на запрограммированную позицию.

Пример:

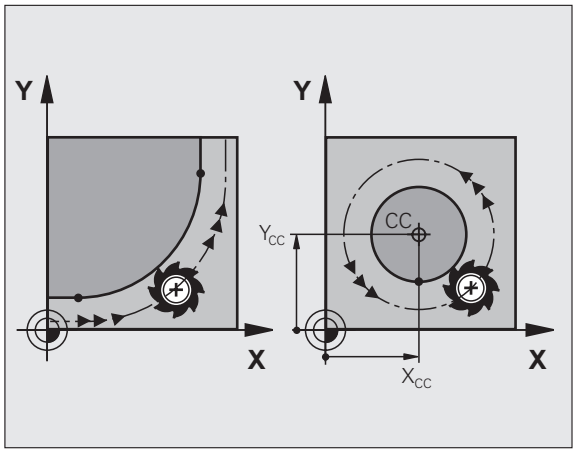
```
L X+80 Y+0 Z-10
```



Окружности и дуги окружности

При круговых движениях ЧПУ перемещает две оси станка одновременно: инструмент передвигается относительно заготовки по круговой траектории. Для круговых движений можно ввести центр окружности CC.

Вместе с функциями траектории для дуг окружности программируются окружности на главных плоскостях: главная плоскость должна определяться при вызове инструмента TOOL CALL путем определения оси шпинделя:



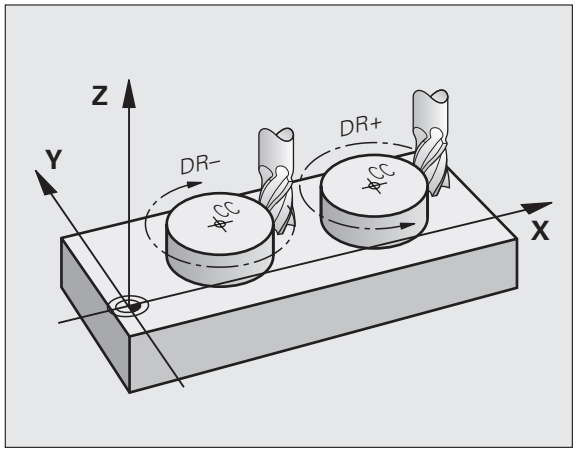
Ось шпинделя	Главная плоскость
Z	**XY**, а также UV, XV, UY
Y	**ZX**, а также WU, ZU, WX
X	**YZ**, а также VW, YW, VZ

Окружности, не лежащие параллельно к главной плоскости, программируются при помощи функции "Разворот плоскости обработки ”(смотри „ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, ПО-опция 1)”, страница 351) или при помощи Q-параметров (смотри „Принцип действия и обзор функций”, страница 382).

Направление вращения DR при круговых движениях

Для круговых движений без плавного перехода к другим элементам контура введите направление вращения DR:

Направление вращения по часовой стрелке: DR–
Вращение против часовой стрелки: DR+



Поправка на радиус

Поправка на радиус должна находиться в том кадре, с которого начинается обработка первого элемента контура. Поправка на радиус не может начинаться в кадре для круговой траектории. Следует задать ее ранее в кадре прямых (смотри „Движение по траектории – декартовы координаты”, страница 151) или в кадре подвода (APPR-кадр, смотри „Вход в контур и выход из него”, страница 142).

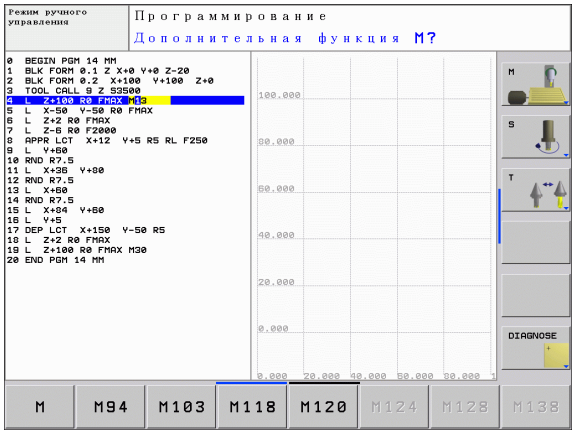
Предварительное позиционирование

Надо так предварительно позиционировать инструмент в начале программы обработки, чтобы исключить возможность повреждения инструмента и заготовки.

Создание кадров программы при использовании клавиш функции траектории

Используя серые клавиши функции траектории, откройте диалоговое окно программирования открытым текстом. Система ЧПУ запросит все данные по очереди и включит кадр программы в программу обработки.

Пример – программирование прямой.



Начало диалога программирования: например, прямая

КООРДИНАТЫ ?

X 10

Y 5

ENT

Введите координаты конечной точки прямой

ПОПРАВКА НА РАДИУС: RL/RR/БЕЗ КОРРЕКЦИИ:?

R0

Выбор поправки на радиус: нажмите, например, клавишу Softkey R0, инструмент переместится без коррекции

СКОРОСТЬ ПОДАЧИ F=? / F MAX = ENT

100 ENT

Введите скорость подачи и подтвердите ввод при клавишей ENT: например, 100 мм/мин. При INCH-программировании (вводе данных в дюймах): значение 100 соответствует скорости подачи, равной 10 дюйм/мин

F MAX

Перемещение на ускоренном ходу: нажмите клавишу Softkey FMAX или

F AUTO

Перемещение со скоростью подачи, заданной в **TOOL CALL**-кадре: нажмите клавишу Softkey FAUTO

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ M ?

3 ENT

Введите дополнительную функцию, например, M3 и закончите диалог при помощи клавиши ENT

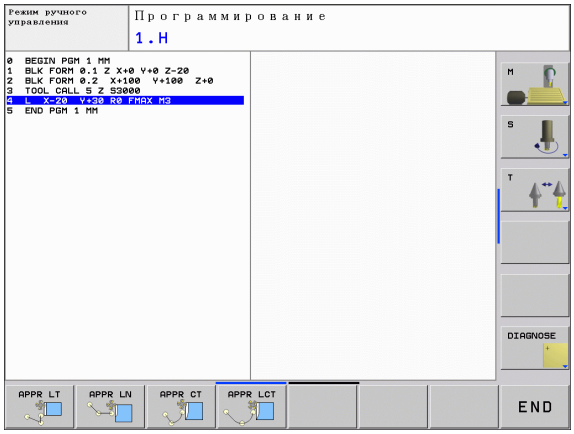
Строка в программе обработки

L X+10 Y+5 RL F100 M3

6.3 Вход в контур и выход из него

Обзор: формы траектории для входа в контур и выхода из него

Функции APPR (англ. approach = подвод) и DEP (англ. departure = вывод) активируются при помощи клавиши APPR/DEP. Затем можно выбрать следующие формы траектории, используя перепрограммируемые клавиши:

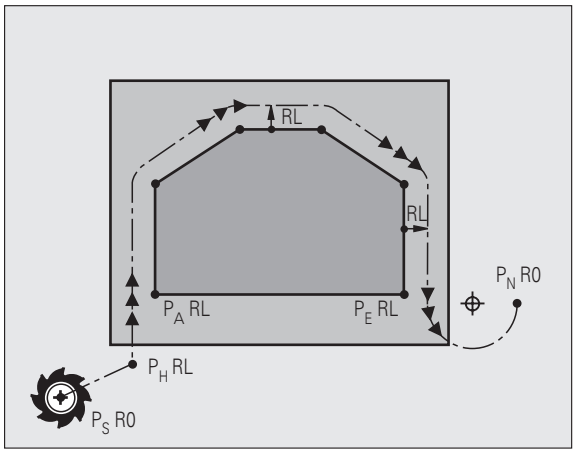


Функция	Вход	Выход
Прямая, касательная к окружности	APPR LT	DEP LT
Прямая перпендикулярно точке контура	APPR LN	DEP LN
Круговая траектория с переходом в прямую по касательной	APPR CT	DEP CT
Круговая траектория с переходом в прямую по касательной, подход и отвод к вспомогательной точке вне контура на участке прямой, касательной к окружности	APPR LCT	DEP LCT

Вход в спираль и выход из нее

При входе в спираль и выходе из нее инструмент перемещается по траектории, образующей винтовую линию, и, таким образом, завершает контур по касательной к окружности. Для этого следует использовать функцию APPR CT или DEP CT.

Важные позиции при входе и выходе



- Точка старта P_S
  Эта точка программируется непосредственно перед APPR-кадром. P_S лежит вне контура, подвод производится без поправки на радиус (R0).
- Вспомогательная точка P_H
  Подвод и отвод в случае некоторых форм траектории ведется через вспомогательную точку P_H, координаты которой система ЧПУ рассчитывает, исходя из данных APPR- и DEP-кадров. Система ЧПУ перемещает от текущей позиции к вспомогательной точке P_H, заданной в последней подаче. Если точка была запрограммирована в последнем кадре позиционирования перед функцией подвода **FMAX** (позиционирование на ускоренном ходу), то ЧПУ выполняет подвод к вспомогательной точке P_H на ускоренном ходу.
- Первая точка контура P_A и последняя точка контура P_E
  Первая точка контура P_A программируется в APPR-кадре, последняя точка контура P_E при помощи любой функции траектории. Если APPR-кадр содержит также Z-координату, то ЧПУ перемещает сначала инструмент на плоскости обработки в точку P_H, а в этой точке перемещает инструмент по оси инструмента на заданную глубину.
- Конечная точка P_N
  Позиция P_N лежит вне контура и рассчитывается из данных DEP-кадра. Если DEP-кадр содержит Z-координату, то система ЧПУ сначала перемещает инструмент на плоскости обработки в точку P_H и в этой точке поднимает инструмент по оси инструмента на заданную высоту.

Краткое обозначение	Значение
APPR	англ. APPRoach = подвод
DEP	англ. DEParture = отвод
L	англ. Line = прямая
C	англ. Circle = окружность
T	Тангенциальный (плавный переход, по касательной)
N	Нормаль (перпендикулярно)

При позиционировании фактической позиции по отношению к вспомогательной точке P_H система ЧПУ не проверяет вероятность возникновения повреждений на заданном контуре. Необходима проверка этого при помощи тестовой графики!

С помощью функций APPR LT, APPR LN и APPR CT сперемещение происходит от фактической позиции к вспомогательной точке P_H с последней запрограммированной подачей/ускоренным ходом. При выполнении функции APPR LCT перемещение во вспомогательную точку P_H производится со скоростью подачи, заданной в APPR-кадре. Если до кадра подвода скорость подачи не задавалась, ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Полярные координаты

Точки контура для функций подвода/отвода можно программировать при помощи полярных координат:

- APPR LT становится APPR PLT
- APPR LN становится APPR PLN
- APPR CT становится APPR PCT
- APPR LCT становится APPR PLCT
- DEP LCT становится DEP PLCT

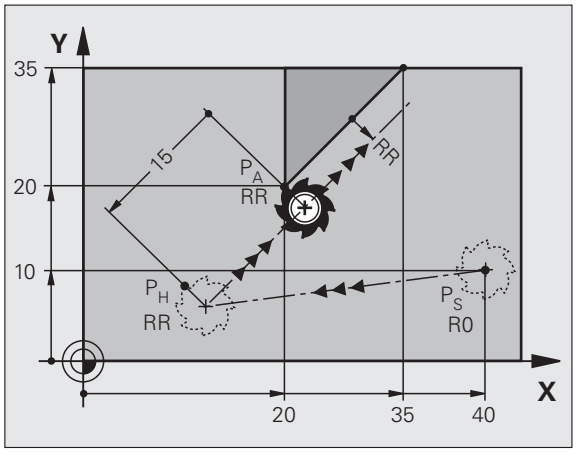
Для этого нажмите оранжевую клавишу P после выбора при помощи перепрограммируемой клавиши функции подвода или отвода.

Поправка на радиус

Поправка на радиус программируется вместе с первой точкой контура P_A в APPR-кадре. DEP-кадры автоматически отменяют поправку на радиус!

Подвод без поправки на радиус: если в APPR-кадре задано R0, то система ЧПУ перемещает инструмент как инструмент с R = 0 мм и поправкой на радиус RR! Таком образом, при использовании функций APPR/DEP LN и APPR/DEP CT задается направление, в котором ЧПУ подводит инструмент к контуру и отводит от контура. В первом кадре перемещения после APPR следует дополнительно ввести обе координаты плоскости обработки

Подвод по прямой вдоль контура: APPR LT



Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H. Оттуда перемещает его к первой точке контура P_A по прямой, являющейся касательной. Вспомогательная точка P_H находится на расстоянии LEN от первой точки контура P_A.

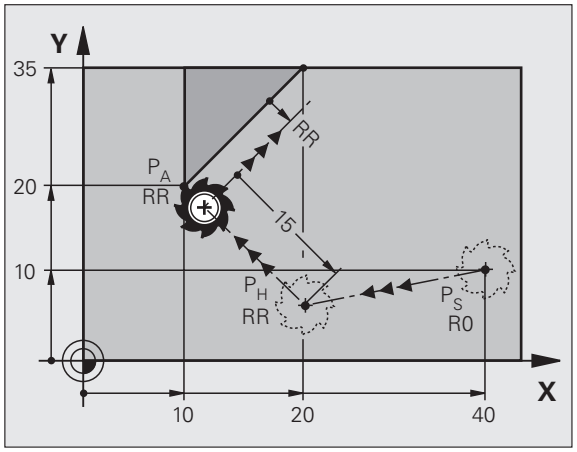
- Произвольная функция траектории: подвод к точке старта P_S
- Начните диалог при помощи клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey APPR LT:

- Координаты первой точки контура P_A
- LEN: расстояние от вспомогательной точки P_H до первой точки контура P_A
- Поправка на радиус RR/RL для программы обработки

Примеры NC-кадров

7 L X+40 Y+10 RO FMAX M3	P_S подвод без поправки на радиус
8 APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100	P_A с поправкой на радиус RR, расстояние от P_H от P_A: LEN=15
9 L X+35 Y+35	Конечная точка первого элемента контура
10 L ...	Следующий элемент контура

Подвод перпендикулярно контуру: APPR LN



Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H. Оттуда перемещает его к первой точке контура P_A по перпендикуляру. Вспомогательная точка P_H находится на расстоянии LEN + радиус инструмента по отношению к первой точке контура P_A.

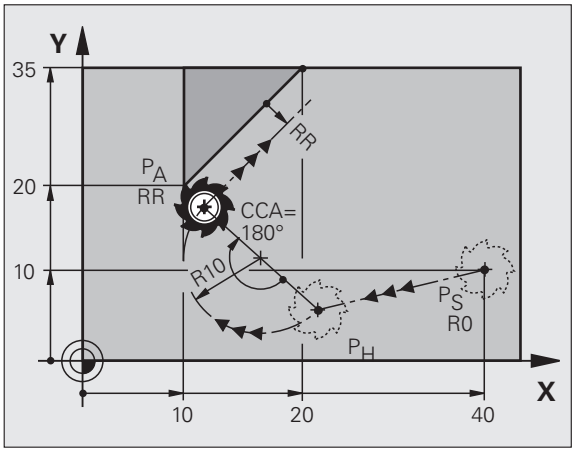
- Произвольная функция траектории: выполните подвод к точке старта P_S
- Начните диалог при помощи клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey APPR LN:

- Координаты первой точки контура P_A
- Длина: расстояние от вспомогательной точки P_H. LEN всегда должно иметь положительное значение!
- Поправка на радиус RR/RL для обработки

Примеры NC-кадров

7 L X+40 Y+10 RO FMAX M3	P_S подвод без поправки на радиус
8 APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100	P_A с поправкой на радиус RR
9 L X+20 Y+35	Конечная точка первого элемента контура
10 L ...	Следующий элемент контура

Подвод по касательной дуге вдоль контура: APPR CT



Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H. Оттуда она перемещает его по круговой траектории, плавно переходящей в первый элемент контура, к первой точке контура P_A.

Круговая траектория от точки P_H к P_A высчитывается на основании радиуса R и угла центра CCA. Направление круговой траектории задается исполнением первого элемента контура.

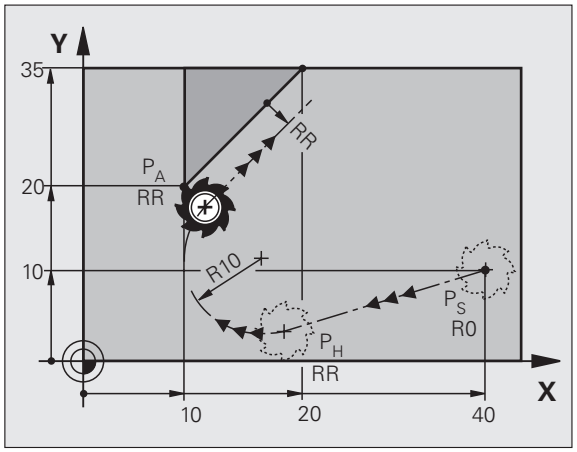
- Произвольная функция траектории: выполните подвод к точке старта P_S
- Начните диалог при помощи клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey APPR CT:

- Координаты первой точки контура P_A
- Радиус R круговой траектории
  - Подвод к заготовке со стороны, определенной поправкой на радиус: введите положительное значение для переменной R
  - Подвод к заготовке с одной из ее сторон: введите отрицательное значение для переменной R
- Центральный угол CCA круговой траектории
  - Для CCA должно задаваться только положительное значение
  - Максимальное значение ввода 360°
- Поправка на радиус RR/RL для обработки

Примеры NC-кадров

7 L X+40 Y+10 RO FMAX M3	P_S подвод без поправки на радиус
8 APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10 RR F100	P_A с поправкой на радиус RR, радиус R=10
9 L X+20 Y+35	Конечная точка первого элемента контура
10 L ...	Следующий элемент контура

Подвод вдоль контура по касательной дуге, плавно переходящей в прямую: APPR LCT



Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H. Оттуда она перемещает его по круговой траектории к первой точке контура P_A. Заданная в APPR-кадре скорость подачи сохраняется для всего участка, проходимого в кадре подвода (участок P_S – P_A).

Если в кадре подвода были заданы все три главные оси координат X, Y и Z, то движение происходит одновременно по трем осям от определенной до кадра APPR точки до вспомогательной точки P_H, а затем от P_H до P_A только на плоскости обработки.

Круговая траектория плавно примыкает как к прямой P_S – P_H, так и к первому элементу контура. Таким образом, она однозначно определена через радиус R.

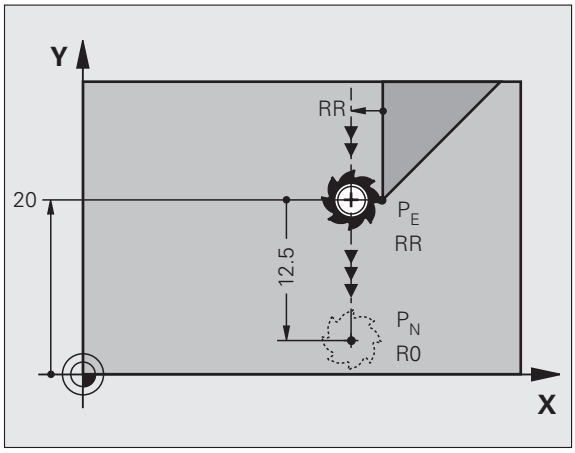
- Произвольная функция траектории: выполните подвод к точке старта P_S
- Начните диалог при помощи клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey APPR LCT:

- Координаты первой точки контура P_A
- Радиус R круговой траектории. Введите положительное значение для R
- Поправка на радиус RR/RL для обработки

Примеры NC-кадров

7 L X+40 Y+10 RO FMAX M3	P_S подвод без поправки на радиус
8 APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100	P_A с поправкой на радиус RR, радиус R=10
9 L X+20 Y+35	Конечная точка первого элемента контура
10 L ...	Следующий элемент контура

Отвод по прямой вдоль контура: DEP LT



Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от последней точки контура P_E к конечной точке P_N. Прямая продолжает последний элемент контура. P_N находится на расстоянии LEN от P_E.

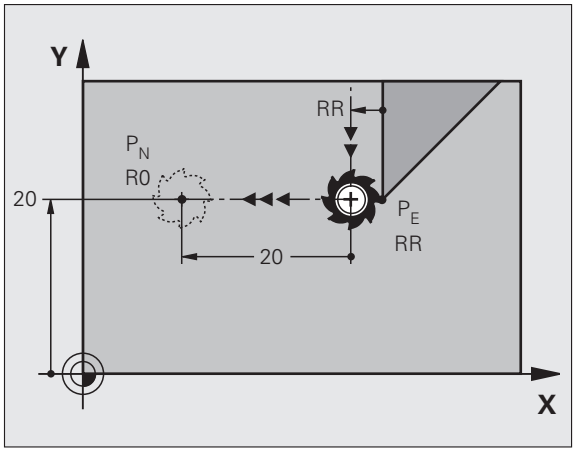
- Задайте последний элемент контура с конечной точкой P_E и поправкой на радиус
- Начните диалог при помощи клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey DEP LT:

- LEN: введите расстояние до конечной точки P_N от последнего элемента контура P_E

Примеры NC-кадров

23 L Y+20 RR F100	Последний элемент контура: P_E с коррекцией на радиус
24 DEP LT LEN12.5 F100	Отвод на LEN=12,5 мм
25 L Z+100 FMAX M2	Выход из материала Z, возврат, конец программы

Отвод перпендикулярно кунтуру: DEP LN



Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от последней точки контура P_E к конечной точке P_N. Прямая проходит перпендикулярно к последней точки контура P_E. P_N находится от P_E на расстоянии, равном LEN + радиус инструмента.

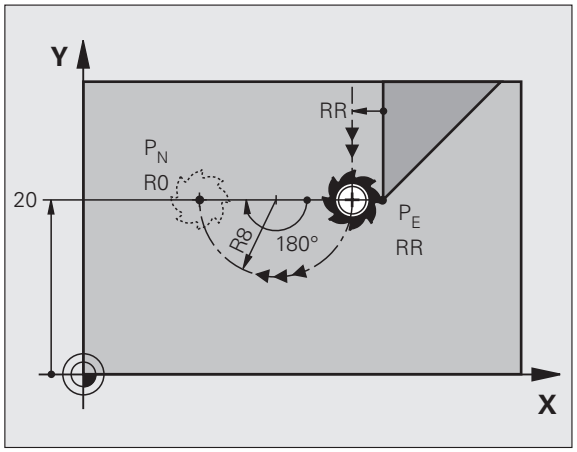
- Запрограммируйте последний элемент контура с конечной точкой P_E и поправкой на радиус
- Начните диалог нажатием клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey DEP LN:

- LEN: введите расстояние до конечной точки P_N Внимание: введите положительное значение для переменной LEN

Примеры NC-кадров

23 L Y+20 RR F100	Последний элемент контура: P_E с поправкой на радиус
24 DEP LN LEN+20 F100	Перпендикулярный отвод от контура на LEN=20 мм
25 L Z+100 FMAX M2	Выход из материала Z, возврат, конец программы

Отвод по касательной дуге вдоль контура: DEP CT



Система ЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории от последней точки контура P_E к конечной точке P_N. Круговая траектория примыкает к последнему элементу контура по касательной.

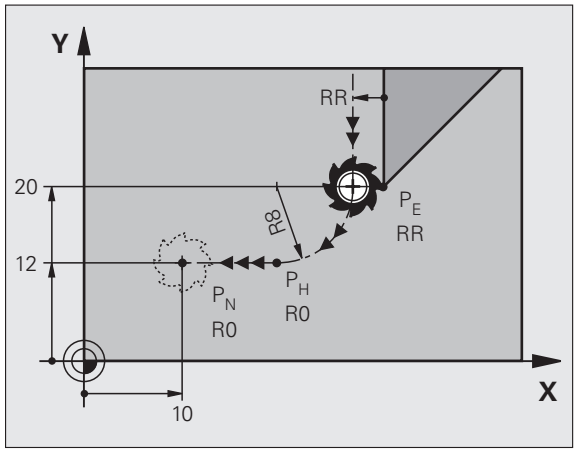
- Запрограммируйте последний элемент контура с конечной точкой P_E и коррекцией на радиус
- Начните диалог при помощи клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey DEP CT:

- Центральный угол круговой траектории CCA
- Радиус R круговой траектории
  - Инструмент должен быть отведен от заготовки с той стороны, которая была задана коррекцией на радиус: введите положительное значение для R
  - Инструмент должен быть отведен от заготовки **с той стороны**, которая была задана коррекцией на радиус: введите отрицательное значение для R

Примеры NC-кадров

23 L Y+20 RR F100	Последний элемент контура: P_E с поправкой на радиус
24 DEP CT CCA 180 R+8 F100	Центральный угол=180°,
	Радиус круговой траектории=8 мм
25 L Z+100 FMAX M2	Выход из материала Z, возврат, конец программы

Отвод вдоль контура по касательной дуге, плавно переходящей в прямую: DEP LCT



Система ЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории от последней точки контура P_E к вспомогательной точке P_H. Оттуда она перемещает его по прямой к конечной точке P_N. Последний элемент контура и прямая от P_H – P_N имеют плавный переход по круговой траектории. Таким образом, круговая траектория однозначно определена через радиус R.

- Запрограммируйте последний элемент контура с конечной точкой P_E и поправкой на радиус
- Начните диалог с помощью клавиши APPR/DEP и клавиши Softkey DEP LCT:

- Введите координаты конечной точки P_N
- Радиус R круговой траектории. Введите положительное значение R

Примеры NC-кадров

23 L Y+20 RR F100	Последний элемент контура: P_E с поправкой на радиус
24 DEP LCT X+10 Y+12 R+8 F100	Координаты P_N, радиус круговой траектории=10 мм
25 L Z+100 FMAX M2	Выход из материала Z, возврат, конец программы

6.4 Движение по траектории – декартовы координаты

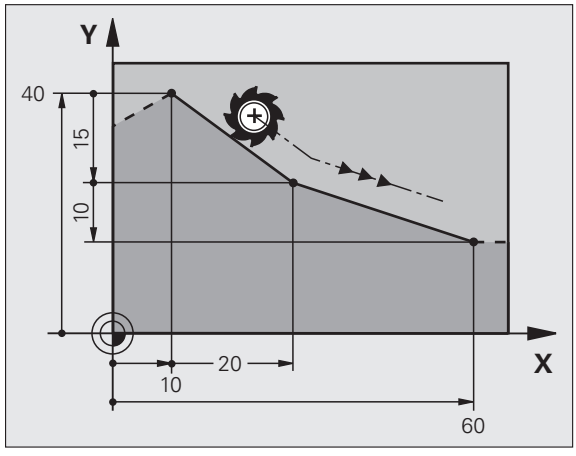
Обзор функций траектории

Функция	Функциональная клавиша траектории	Движение инструмента	Вводимые данные	Страница
Прямая **L** англ.: прямая	L	Прямая	Координаты конечной точки прямой	152
Фаска: **CHF** англ.: **ф**аска	CHF	Фаска между двумя прямыми	Длина фаски	153
Центр окружности **CC**; англ.: центр окружности	CC	Отсутствует	Координаты центра окружности или полюса	155
Круговая траектория **C** англ.: **о**кружность	C	Круговая траектория с центром окружности CC, идущая к конечной точке дуги окружности	Координаты конечной точки окружности, направление вращения	156
Круговая траектория с указанием радиуса **CR** англ.: окружность**, построенная по р**адиусу	CR	Круговая траектория с указанием радиуса	Координаты конечной точки окружности, радиус окружности, направление вращения	157
Круговая траектория с плавным сопряжением участков контура **CT** англ.: **дуга** окружности**, построенная по к**асательной	CT	Круговая траектория с плавным переходом в предыдущий и последующий элемент контура	Координаты конечной точки окружности	159
Скругление углов **RND** англ.: **за**круг**ле**ние угла	RND	Круговая траектория с плавным примыканием к предыдущему и последующему элементу контура	Радиус угла R	154
Программирование свободного контура **FK**	FK	Прямая или круговая траектория с любым переходом к предыдущему элементу контура		171

Прямая L

Система ЧПУ перемещает инструмент по прямой от его текущей позиции к конечной точке прямой. Точка старта является конечной точкой предыдущего кадра.

- **Координаты** конечной точки прямой, если необходимо
- **Поправка на радиус RL/RR/R0**
- **Подача F**
- **Дополнительная функция M**



Примеры NC-кадров

```
7 L X+10 Y+40 RL F200 M3
8 L IX+20 IY-15
9 L X+60 IY-10
```

Ввод фактической позиции

Кадр прямой (L-кадр) можно также формировать при помощи клавиши „ПРИСВОЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ”:

- В режиме работы “Ручное управление” следует переместить инструмент на позицию, которую Вы хотите ему присвоить
- Переключите индикацию дисплея в режим программирования
- Выберите кадр программы, за которым должен быть вставлен L-кадр

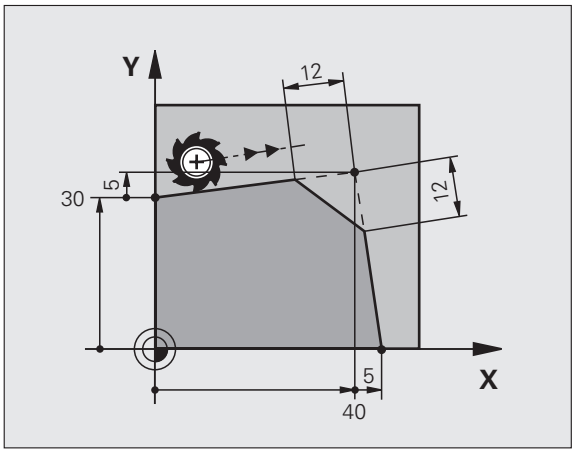
- Нажмите клавишу „ВВОД ФАКТИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ“: ЧПУ сформирует L-кадр с координатами фактической позиции

Снятие фаски CHF между двумя прямыми

На углах контура, возникающих на пересечении двух прямых, можно снять фаску.

- В кадрах прямых перед и после CHF-кадром задаются две координаты плоскости, на которой выполняется фаска
- Поправка на радиус перед и после CHF-кадра должна оставаться одинаковой
- Фаска должна выполняться при помощи вызванного в настоящий момент инструмента

- **Снятие фаски**: длина фаски, если необходимо:
- **Подача F** (действует только в кадре CHF)



Примеры NC-кадров

```
7 L X+0 Y+30 RL F300 M3
8 L X+40 IY+5
9 CHF 12 F250
10 L IX+5 Y+0
```

Нельзя начинать контур CHF-кадром.

Фаска снимается только на плоскости обработки.

Подвод к удаленной при снятии фаски угловой точке не выполняется.

Заданная в CHF-кадре скорость подачи действует только во время выполнения данного CHF-кадра. После чего скорость подачи становится равной скорости, заданной до CHF-кадра.

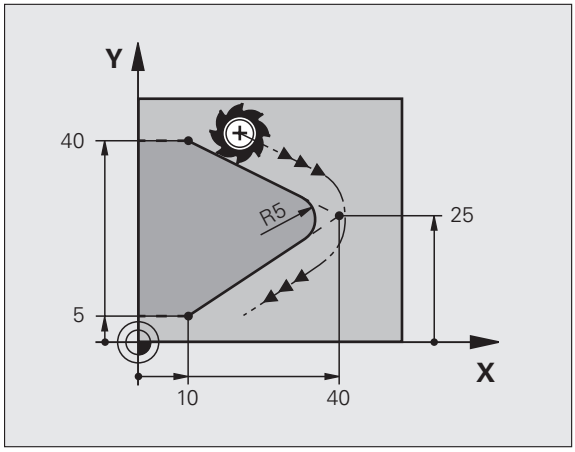
Скругление углов RND

Функция RND закругляет углы контура.

Инструмент перемещается по круговой траектории, плавно примыкающей как к предыдущему, так и к последующему элементу контура.

Закругление должно выполняться при помощи вызванного инструмента.

- **Радиус закругления**: радиус дуги окружности, если необходимо:
- **Подача F** (действительна только в RND-кадре)



Примеры NC-кадров

```
5 L X+10 Y+40 RL F300 M3
6 L X+40 Y+25
7 RND R5 F100
8 L X+10 Y+5
```

Предыдущий и последующий элемент контура должны содержать обе координаты плоскости, на которой производится скругление углов. Если контур обрабатывается без поправки на радиус инструмента, следует ввести обе координаты плоскости обработки.

Подвод к угловой точке не выполняется.

Заданная в RND-кадре скорость подачи сохраняется только в этом RND-кадре. Потом скорость подачи становится равной скорости подачи, заданной до RND-кадра.

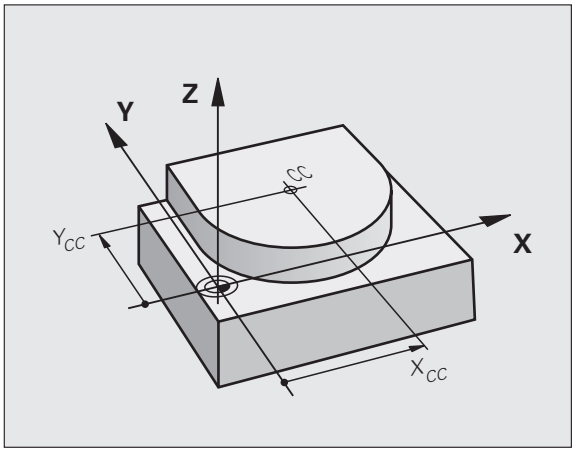
RND-кадр можно использовать также для плавного подвода к контуру, если нельзя применить APPR-функции.

Центр окружности CC

Установите центр окружности для круговых траекторий, заданных при помощи клавиши C (круговая траектория C). Для этого

- следует ввести декартовы координаты центра окружности на плоскости обработки или
- назначить позицию, запрограммированную в последний раз, или
- назначить координаты при помощи клавиши „ПРИСВОЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ”

▶ **Координаты** CC: введите координаты центра окружности или
Для того, чтобы присвоить последнюю вводившуюся позицию: не вводите координаты



Примеры NC-кадров

```
5 CC X+25 Y+25
```

или

```
10 L X+25 Y+25
11 CC
```

Строки программы 10 и 11 не относятся к иллюстрации.

Срок действия

Координаты центра окружности сохраняются до тех пор, пока не будет задан новый центр окружности.

Ввод центра окружности CC в инкрементах

Координата центра окружности, введенная в приращениях, соотносится с позицией инструмента, заданной в последнюю очередь.

При помощи CC обозначается позиция центра окружности: инструмент не перемещается на эту позицию.

Центр окружности является одновременно полюсом для полярных координат.

Круговая траектория C с центром окружности CC

Сначала определите центр окружности CC, до начала программирования круговой траектории C. Заданная в последнюю очередь позиция инструмента перед C-кадром является точкой старта круговой траектории.

▶ Переместите инструмент в точку старта круговой траектории

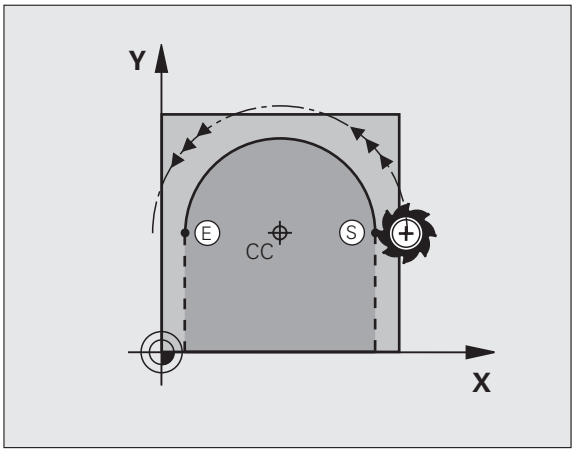
▶ **Координаты** центра окружности

▶ **Координаты** конечной точки дуги окружности

▶ **Направление вращения DR, если требуется:**

▶ **Подача F**

▶ **Дополнительная функция M**



Примеры NC-кадров

```
5 CC X+25 Y+25
6 L X+45 Y+25 RR F200 M3
7 C X+45 Y+25 DR+
```

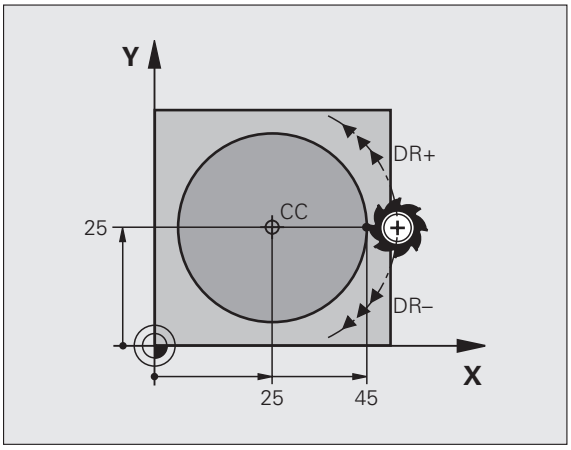
Полный круг

Задайте для конечной точки те же координаты, что и для точки старта.

Точка старта и конечная точка движения по окружности должны лежать на круговой траектории.

Допуск ввода: не более 0,016 мм (выбирается через параметр станка **circleDeviation**).

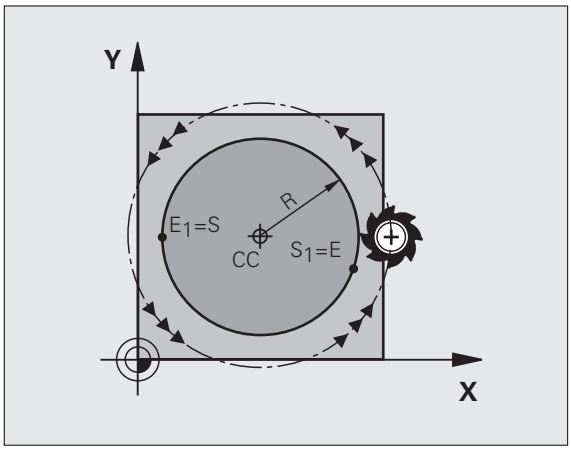
Наименьшая окружность, по которой может производиться перемещение - 0,0016 мкм.



Круговая траектория CR с указанием радиуса

Инструмент перемещается по круговой траектории с радиусом R.

- **Координаты** конечной точки дуги окружности
- **радиус R**
  Внимание: знак числа определяет величину дуги окружности!
- **Направление вращения DR**
  Внимание: знак числа определяет вогнутый или выпуклый изгиб! При необходимости:
- **Дополнительная функция M**
- **Подача F**



Полный круг

Для круга два CR-кадра программируются друг за другом:

конечная точка первого полукруга является точкой старта для второго полукруга. Конечная точка второго полукруга является точкой старта первого.

Центральный угол CCA и радиус дуги окружности R

Точка старта и конечная точка на контуре могут соединятся с помощью четырех разных дуг с одинаковым радиусом:

Меньшая дуга окружности: CCA<180°
Радиус имеет положительный знак числа R>0

Большая дуга окружности: CCA>180°
Радиус имеет отрицательный знак числа R<0

При помощи направления вращения устанавливается, как изгибается дуга окружности - наружу (выпуклая) или внутрь (вогнутая):

Выпуклая: направление вращения DR– (с поправкой на радиус RL)

Вогнутая: направление вращения DR+ (с поправкой на радиус RL)

Примеры NC-кадров

```
10 L X+40 Y+40 RL F200 M3
11 CR X+70 Y+40 R+20 DR- (ДУГА 1)
```

или

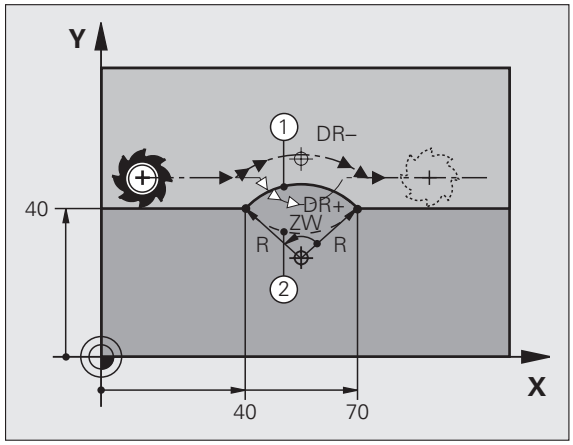
```
11 CR X+70 Y+40 R+20 DR+ (ДУГА 2)
```

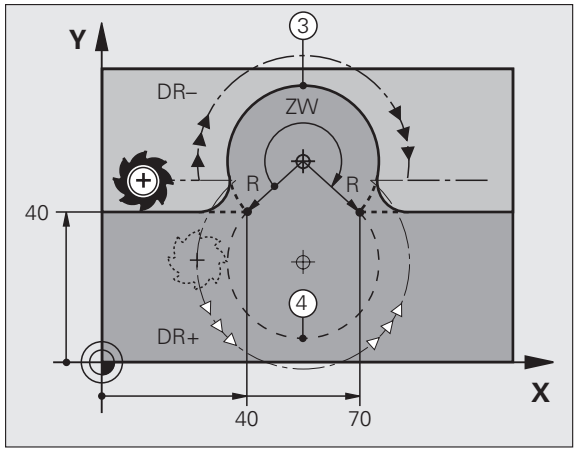
или

```
11 CR X+70 Y+40 R-20 DR- (ДУГА 3)
```

или

```
11 CR X+70 Y+40 R-20 DR+ (ДУГА 4)
```





Расстояние между точкой старта и конечной точкой диаметра окружности не может превышать диаметра окружности.

Максимальный радиус составляет 99,9999 м.

Угловые оси A, B и C поддерживаются.

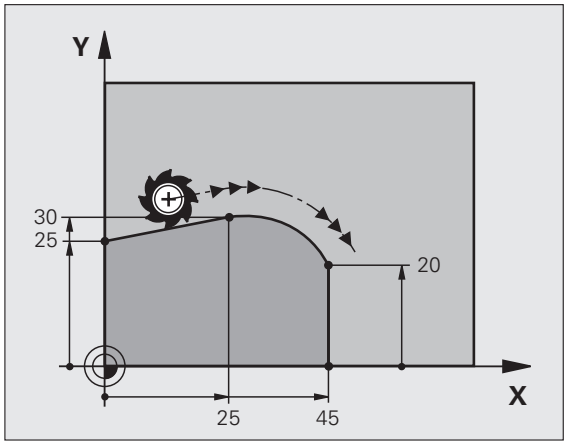
Круговая траектория CT с плавным сопряжением участков контура

Инструмент перемещается по дуге окружности, примыкающей по касательной к последнему элементу контура, запрограммированному до дуги.

Переход является плавным, если в точке пересечения элементов контура не возникает точки изгиба или угловой точки, то есть элементы контура переходят друг в друга непрерывно.

Элемент контура, к которому плавно примыкает дуга окружности, программируется непосредственно перед CT-кадром. Для этого требуется как минимум два кадра позиционирования.

- **Координаты** конечной точки дуги окружности, если требуется:
- **Подача F**
- **Дополнительная функция M**

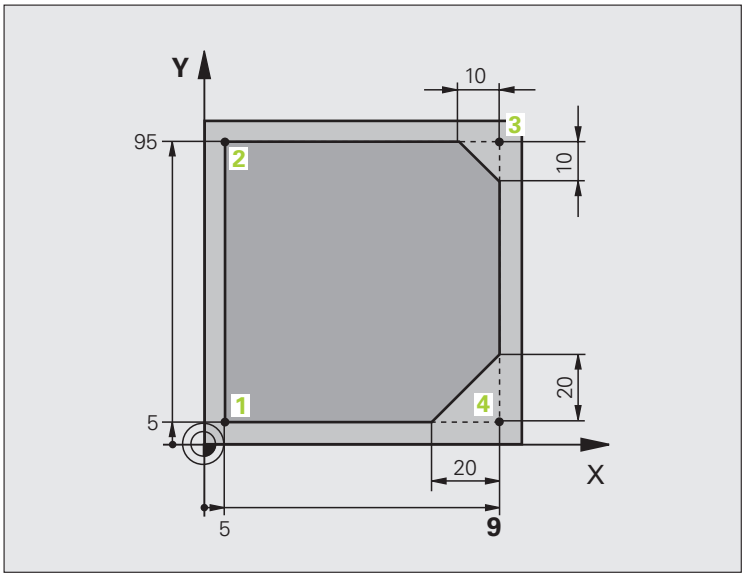


Примеры NC-кадров

```
7 L X+0 Y+25 RL F300 M3
8 L X+25 Y+30
9 CT X+45 Y+20
10 L Y+0
```

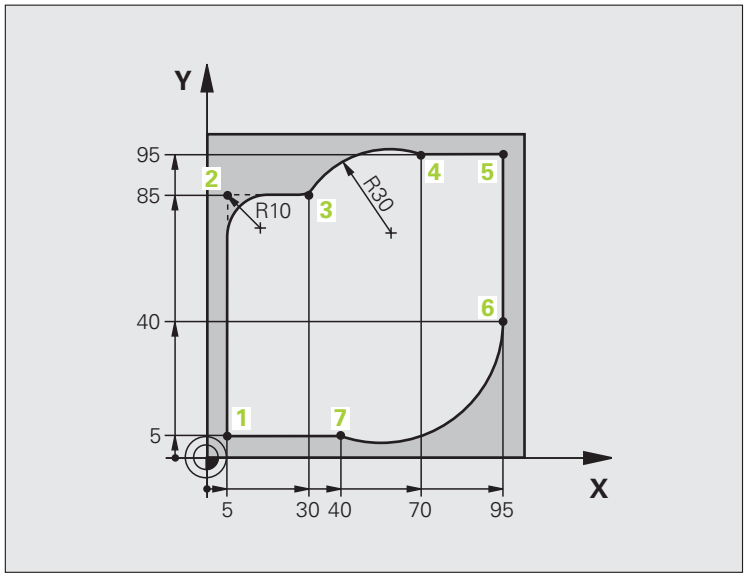
CT-кадр и запрограммированный до него элемент контура должны содержать обе координаты плоскости, на которой выполняется дуга окружности!

Пример: движения по прямой и фаски в декартовой системе координат



0 BEGIN PGM LINEAR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки для графического моделирования
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента с осью шпинделя и частотой вращения шпинделя
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала по оси шпинделя на быстром ходу FMAX
5 L X-10 Y-10 R0 FMAX	Предварительное позиционирование инструмента
6 L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки со скоростью подачи F, равной = 1000 мм/мин
7 APPR LT X+5 X+5 LEN10 RL F300	Подвод к контуру в точке 1 по прямой с
	примыканием по касательной
8 L Y+95	Подвод к точке 2
9 L X+95	Точка 3: первая прямая для угла 3
10 CHF 10	Программирование фаски длиной 10 мм
11 L Y+5	Точка 4: вторая прямая для угла 3, первая прямая для угла 4
12 CHF 20	Программирование фаски длиной 20 мм
13 L X+5	Подвод к последней точке контура 1, вторая прямая для угла 4
14 DEP LT LEN10 F1000	Отвод от контура по прямой, касательной к окружности
15 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
16 END PGM LINEAR MM	

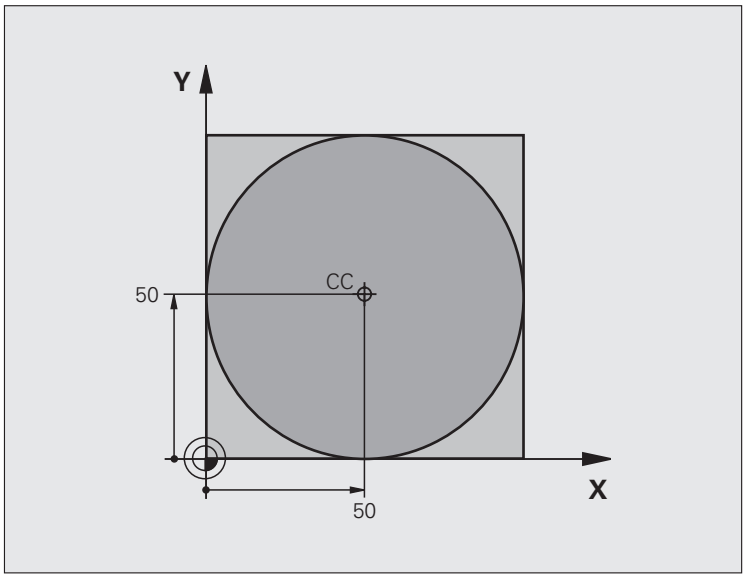
Пример: круговое движение в декартовой системе координат



0 BEGIN PGM CIRCULAR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки для графического моделирования
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z X4000	Вызов инструмента с осью шпинделя и частотой вращения шпинделя
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала по оси шпинделя на быстром ходу FMAX
5 L X-10 Y-10 R0 FMAX	Предварительное позиционирование инструмента
6 L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки со скоростью подачи F, равной = 1000 мм/мин
7 APPR LCT X+5 Y+5 R5 RL F300	Подвод к контуру в точке 1 по круговой траектории с
	примыканием по касательной
8 L X+5 Y+85	Точка 2: первая прямая для угла 2
9 RND R10 F150	Ввод радиуса R = 10 мм, скорость подачи: 150 мм/мин
10 L X+30 Y+85	Подвод к точке 3: точка старта окружности с CR
11 CR X+70 Y+95 R+30 DR-	Подвод к точке 4: конечная точка окружности с CR, радиус 30 мм
12 L X+95	Подвод к точке 5
13 L X+95 Y+40	Подвод к точке 6
14 CT X+40 Y+5	Подвод к точке 7: конечная точка окружности, дуга окружности с плавным
	переходом в к точку 6, ЧПУ рассчитывает радиус самостоятельно

15 L X+5	Подвод к последней точке контура 1
16 DEP LCT X-20 Y-20 R5 F1000	Отвод от контура по круговой траектории с плавным примыканием
17 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
18 END PGM CIRCULAR MM	

Пример: круг в декартовой системе



0 BEGIN PGM C-CC MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3150	Вызов инструмента
4 CC X+50 Y+50	Определение центра окружности
5 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
6 L X-40 Y+50 R0 FMAX	Предварительное позиционирование инструмента
7 L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки
8 APPR LCT X+0 Y+50 R5 RL F300	Подвод к точке старта окружности по круговой траектории с
	плавным примыканием
9 C X+0 DR-	Подвод к конечной точке окружности (=точка старта окружности)
10 DEP LCT X-40 Y+50 R5 F1000	Отвод от контура по круговой траектории с плавным
	примыканием
11 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
12 END PGM C-CC MM	

6.5 Движение по траектории – полярные координаты

Обзор

С помощью полярных координат задается положение через угол PA и расстояние PR к ранее заданному полюсу CC (смотри „Основные положения”, страница 171).

Полярные координаты применяются преимущественно в следующих случаях:

- Позиции на дугах окружности
- Чертежи заготовок с данными углов, например, окружностей центров отверстий

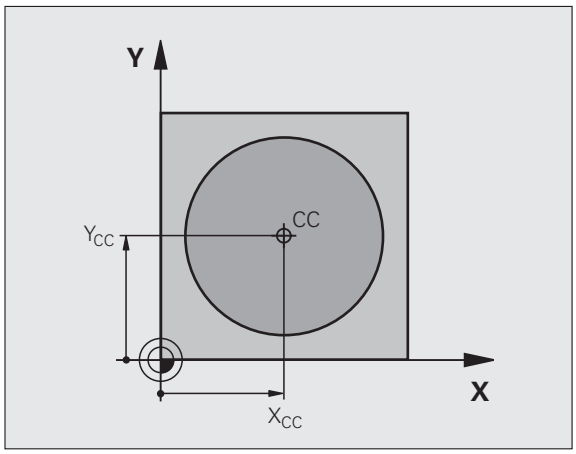
Обзор функции траектории с полярными координатами

Функция	Функциональная клавиша траектории	Движение инструмента	Вводимые данные	Страница
Линейная траектория **LP**	L + P	Прямая	Полярный радиус, полярный угол конечной точки прямой	165
Круговая траектория **CP**	C + P	Круговая траектория вокруг центра окружности / полюс CC к конечной точке дуги окружности	Полярный угол конечной точки окружности, направление вращения	166
Круговая траектория **CTP**	CT + P	Круговая траектория с плавным переходом к предыдущему элементу контура	Полярный радиус, полярный угол конечной точки окружности	166
Винтовая линия (спираль)	C + P	Перекрытие круговой траектории с прямой	Полярный радиус, полярный угол конечной точки окружности, координата конечной точки на оси инструментов	167

Начало полярных координат: полюс CC

Полюс CC можно назначить в любом окне программы обработки, до момента ввода позиций, определяемых с помощью полярных координат. При вводе координат полюса необходимо поступать так же, как и при вводе координат центра окружности CC.

- **Координаты** CC: введите декартовы координаты для полюса или
  Для ввода в программу уже заданной позиции: не вводите координаты. Задайте координаты полюса CC до начала ввода полярных координат. Задать координаты полюса CC исключительно при помощи декартовых координат. Заданные координаты полюса CC сохраняются, пока не будет заданы новые координаты полюса CC.



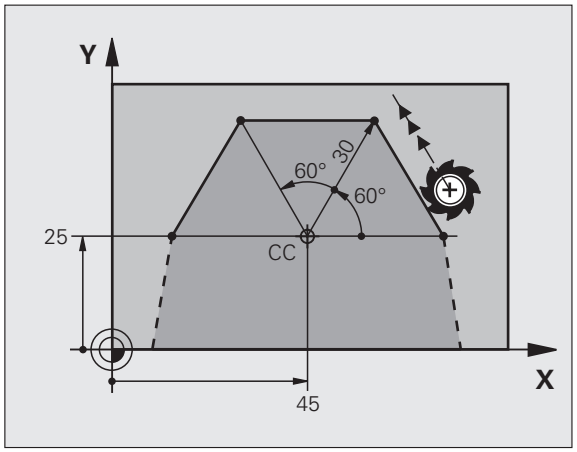
Примеры NC-кадров

```
12 CC X+45 Y+25
```

Линейная траектория LP

Инструмент перемещается по прямой от своей текущей позиции к конечной точке прямой. Точка старта является конечной точкой предыдущего кадра.

- **Полярные координаты-радиус PR**: введите расстояние от конечной точки прямой до полюса CC
- **Полярные координаты-угол PA**: угловое положение конечной точки прямой между –360° и +360°



Знак числа PA определен базовой осью угла:

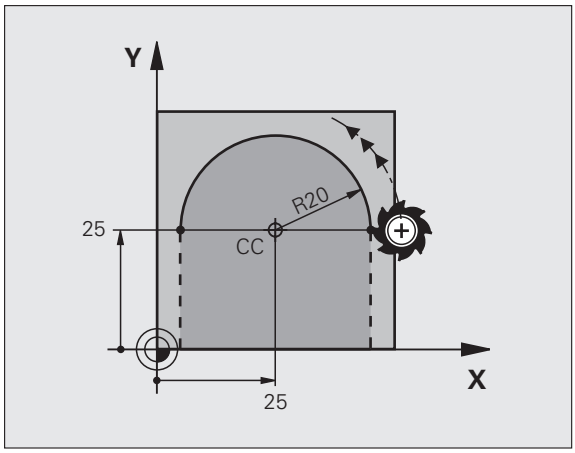
- Угол между базовой осью угла и PR против часовой стрелки: PA>0
- Угол между базовой осью угла и PR по часовой стрелке: PA<0

Примеры NC-кадров

```
12 CC X+45 Y+25
13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3
14 LP PA+60
15 LP IPA+60
16 LP PA+180
```

Круговая траектория CP с центром CC

Радиус в полярных координатах PR является одновременно радиусом дуги окружности. PR задается через значение расстояния между точкой старта и полюсом CC. Последняя позиция инструмента, заданная перед CP-кадром, является точкой старта круговой траектории.



- **Полярные координаты-угол PA**: угловое положение конечной точки круговой траектории между –99999,9999° и +99999,9999°
- **Направление вращения DR**

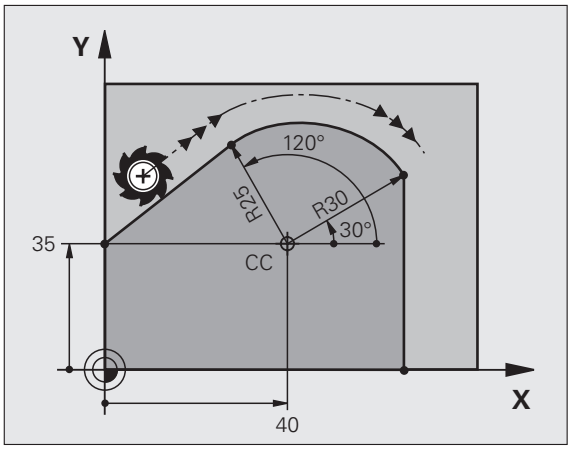
Примеры NC-кадров

```
18 CC X+25 Y+25
19 LP PR+20 PA+0 RR F250 M3
20 CP PA+180 DR+
```

При инкрементальных координатах введите тот же самый знак числа для **DR** и **PA**

Круговая траектория CTP с плавным примыканием

Инструмент перемещается по круговой траектории, плавно примыкающей к предыдущему элементу контура.



- **Полярные координаты-радиус PR**: расстояние от конечной точки круговой траектории до полюса Pol CC
- **Полярные координаты-угол PA**: угловое положение конечной точки круговой траектории

Примеры NC-кадров

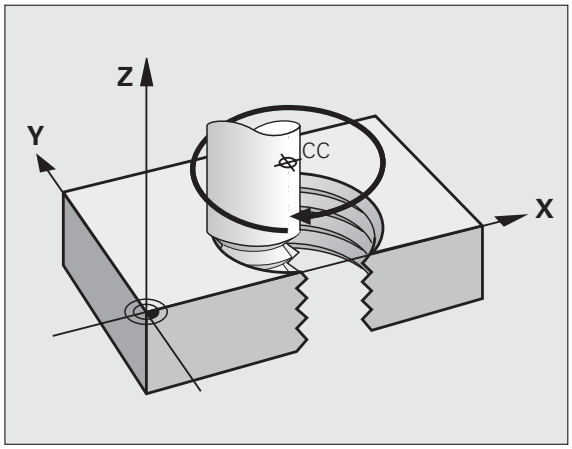
```
12 CC X+40 Y+35
13 L X+0 Y+35 RL F250 M3
14 LP PR+25 PA+120
15 CTP PR+30 PA+30
16 L Y+0
```

Полюс CC **не** является центром окружности контура!

Винтовая линия (спираль)

Винтовая линия возникает из наложения кругового движения на движение вертикально проходящей прямой. Круговую траекторию оператор программирует на главной плоскости.

Движения по траектории для винтовой линии можно задавать только в полярных координатах.



Применение

- Внешняя и внутрення резьба большого диаметра
- Смазочные канавки

Расчет винтовой линии

Для программирования требуются инкрементальные данные суммарного угла, под которым инструмент перемещается по винтовой линии, и общая высота винтовой линии.

Для расчета в направлении фрезерования снизу вверх действует:

Количество витков n	Витки резьбы + переполнение витков в начале и конце резьбы
Общая высота h	Шаг резьбы P x количество витков n
Инкрементальный общий угол IPA	Количество витков x 360° + угол для начала резьбы + угол для переполнения витков
Начальная координата Z	Шаг резьбы P x (витки резьбы + переполнение резьбы в начале резьбы)

Форма винтовой линии

Таблица показывает взаимосвязь между рабочим направлением, направлением вращения и поправкой на радиус для определенных форм траектории.

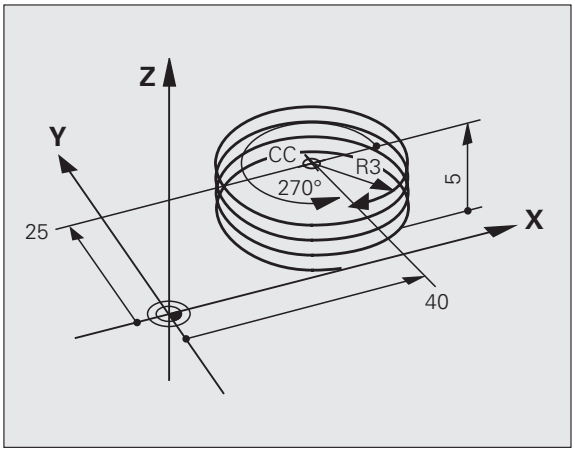
Внутренняя резьба	Направление обработки	Направление вращения	Поправка нарадиус
правая	Z+	DR+	RL
левая	Z+	DR–	RR
правая	Z–	DR–	RR
левая	Z–	DR+	RL

Внешняя резьба			
правая	Z+	DR+	RR
левая	Z+	DR–	RL
правая	Z–	DR–	RL
левая	Z–	DR+	RR

Программирование винтовой линии

Введите направление вращения DR и инкрементальный общий угол IPA с тем же знаком числа, иначе инструмент может начать перемещаться по неправильной траектории.

Для общего угла IPA можно ввести значение от -99 999,9999° до +99 999,9999°.

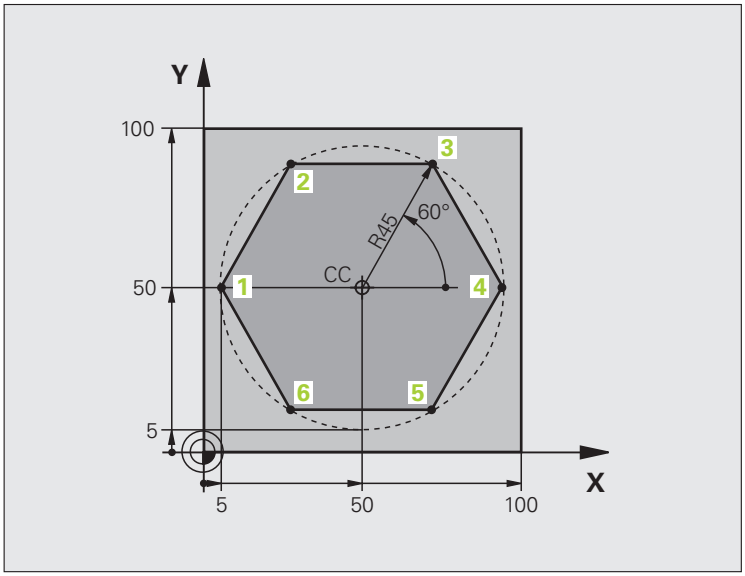


- **Полярные координаты-угол**: введите в приращениях полный угол, под которым инструмент перемещается по спиральной линии. **После ввода угла выбирается ось инструмента с помощью клавиши выбора оси.**
- **Координату** для высоты винтовой линии введите в инкрементах
- **Направление вращения DR**
  Винтовая линия по часовой стрелке: DR–
  Винтовая линия против часовой стрелки: DR+

Пример NC-кадров: резьба M6 x 1 мм с 5 витками

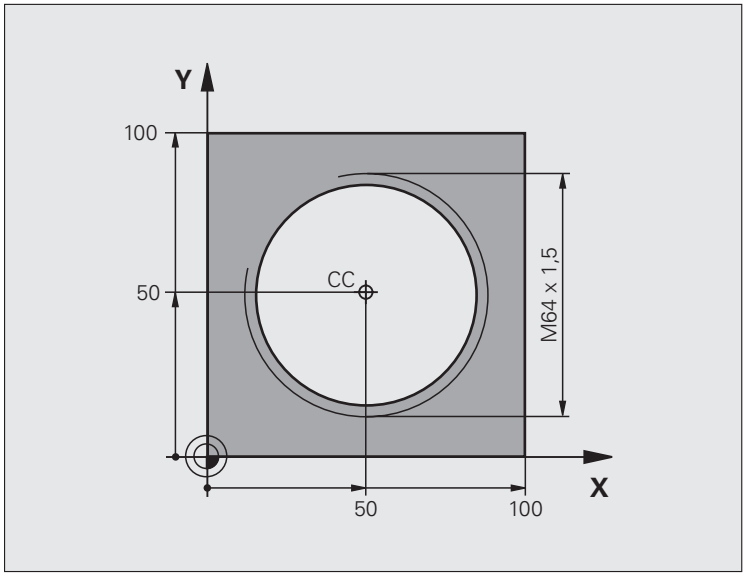
```
12 CC X+40 Y+25
13 L Z+0 F100 M3
14 LP PR+3 PA+270 RL F50
15 CP IPA-1800 IZ+5 DR-
```

Пример: движение по прямой в полярных координатах



0 BEGIN PGM LINEARPO MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
4 CC X+50 Y+50	Определение опорной точки в полярных координатах
5 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
6 LP PR+60 PA+180 R0 FMAX	Предварительное позиционирование инструмента
7 L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки
8 APPR PLCT PR+45 PA+180 R5 RL F250	Подвод к точке 1 контура по окружности с
	плавным примыканием
9 LP PA+120	Подвод к точке 2
10 LP PA+60	Подвод к точке 3
11 LP PA+0	Подвод к точке 4
12 LP PA-60	Подвод к точке 5
13 LP PA-120	Подвод к точке 6
14 LP PA+180	Подвод к точке 1
15 DEP PLCT PR+60 PA+180 R5 F1000	Отвод от контура по окружности с плавным примыканием
16 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
17 END PGM LINEARPO MM	

Пример: спираль



0 BEGIN PGM HELIX MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S1400	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 L X+50 Y+50 R0 FMAX	Предварительное позиционирование инструмента
6 CC	Последняя запрограммированная позиция задается в качестве полюса
7 L Z-12.75 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки
8 APPR PCT PR+32 PA-182 CCA180 R+2 RL F100	Подвод к контуру по окружности с плавным примыканием
9 CP IPA+3240 IZ+13.5 DR+ F200	Перемещение по спирали
10 DEP CT CCA180 R+2	Отвод от контура по окружности с плавным примыканием
11 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывести инструмент из материала, конец программы
12 END PGM HELIX MM	

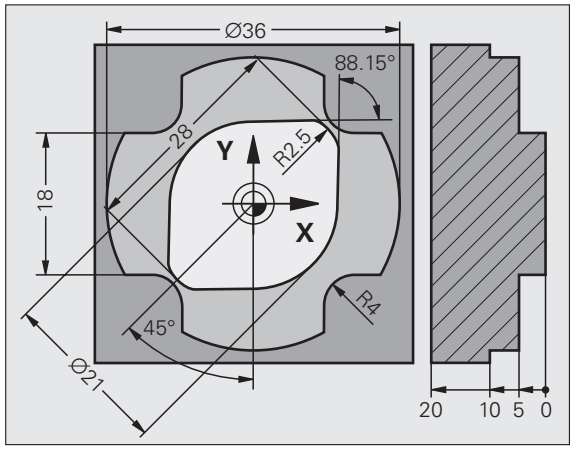
6.6 Движение по траектории – программирование свободного контура FK

Основные положения

Чертежи заготовок, не соответствующие NC-стандарту, часто содержат данные координат, которые невозможно ввести при помощи серых диалоговых клавиш. Так, например,

- известные координаты могут находиться на элементе контура или близко от него,
- координаты относятся к другому элементу контура или
- данные о направлении и данные прохода контура известны.

Такие данные программируются непосредственно с помощью FK-программирования. Система ЧПУ рассчитывает контур на основании известных данных о координатах и поддерживает диалог программирования с помощью интерактивной FK-графики. На рисунке справа вверху отображены размеры, которые проще всего ввести путем FK-программирования.



Соблюдайте следующие условия для FK-программирования

Элементы контура можно программировать в режиме программирования свободного контура только на плоскости обработки. Плоскость обработки устанавливается в первом BLK-FORM-кадре программы обработки.

Введите для каждого элемента контура все имеющиеся в распоряжении данные. Также задайте в каждом кадре неизменяемые данные. Незапрограммированные данные считаются неизвестными!

Q-параметры допускаются во всех FK-элементах, кроме элементов со ссылками (например, RX или RAN), то есть элементах, относящихся к другим NC-кадрам.

Если в программе используется сочетание стандартного программирования и FK-программирования, то каждый фрагмент, запрограммированный в режиме FK-программирования, должен быть определен однозначно.

Системе ЧПУ необходима четко установленная точка, на основании которой проводятся расчеты. Непосредственно перед FK-фрагментом серыми клавишами задается позиция, содержащая обе координаты плоскости обработки. В этом кадре не задаются Q-параметры.

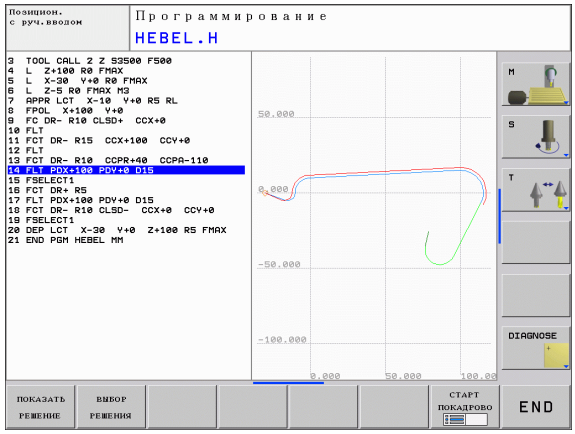
Если первый кадр FK-фрагмента является FCT- или FLT-кадром, то перед ним следует запрограммировать как минимум два NC-кадра при помощи серых диалоговых клавиш, чтобы однозначно установить направление подвода.

Фрагмент FK не может начинаться прямо после метки LBL.

Составление FK-программ для TNC 4xx:

Чтобы система TNC 4xx могла читать FK-программы, составленные на TNC 320, последовательность отдельных FK-элементов должна быть определена в рамках кадра в соответствии с тем порядком, в котором они распределены на панели Softkey.

Графика при FK-программировании



Для использования графики в процессе FK-программирования выберите режим разделения дисплея ПРОГРАММА + ГРАФИКА (смотри „Программирование” на странице 34)

Неполные данные о координатах иногда не позволяют ясно определить контур заготовки. В этом случае ЧПУ показывает различные варианты решения в окне FK-графики, и оператор выбирает подходящее. FK-графика отображает контур заготовки в нескольких цветах:

белый элемент контура однозначно определен

зеленый введенные данные допускают несколько решений; оператор выбирает правильное

красный введенные данные не определяют контур в достаточной мере; следует ввести больше данных

Если данные допускают несколько вариантов решения и контур изображается зеленым цветом, то правильный контур выбирается следующим образом:

- Нажимите Softkey ПОКАЗАТЬ РЕШЕНИЕ до тех пор, пока не появится правильное изображение элемента контура. Используйте функцию масштабирования (2-я панель Softkey), если возможные решения не различаются в стандартном отображении.

- Указанный элемент контура соответствует данным чертежа: подтвердите выбор при помощи клавиши Softkey ВЫБОР РЕШЕНИЯ.

Если указанный зеленым цветом контур не должен вводиться в программу, то следует нажать клавишу Softkey ОКОНЧИТЬ ВЫБОР, чтобы продолжать FK-диалог.

Выбор указанных зеленым цветом элементов контура следует подтвердить как можно раньше клавишей Softkey ВЫБОР РЕШЕНИЯ для того, чтобы ограничить количество возможных вариантов для последующих элементов контура.

Производитель станка может выбрать другие цвета для отображения FK-графики.

NC-кадры из программы, вызываемой с помощью PGM CALL, система ЧПУ отображает другим цветом.

Индикация номеров кадров в окне графики

Для указания номеров кадров в окне графики:

- Установите клавишу Softkey ВЫКЛ. ИНДИК. Н-Р КАДРА на ИНДИК.

Открытие диалога FK-программирования

При нажатии серой клавиши функции траектории FK ЧПУ покажет клавиши Softkey, при помощи которых можно начать FK-диалог: см. таблицу ниже. Для выхода из меню клавиш Softkey повторно нажмите клавишу FK.

Если Вы начинаете FK-диалог одной из этих клавиш Softkey, то ЧПУ показывает другие панели Softkey для ввода известных координат или данных направления, а также данных о форме контура.

FK-элемент	Softkey
Прямая, касательная к окружности	FLT
Прямая без плавного перехода	FL
Дуга окружности с плавным переходом	FCT
Дуга окружности без плавного перехода	FC
Полюс для FK-программирования	FPOL

Координаты полюса при FK-программировании

FK

- Отображение клавиши Softkey для программирования свободных контуров: нажмите клавишу FK

FPOL

- Начало диалога определения полюса: нажмите клавишу Softkey FPOL Система ЧПУ отобразит клавиши Softkey осей активной плоскости обработки
- С помощью этих клавиш Softkey введите координаты полюса

Координаты полюса при FK-программировании остаются активнымы, пока не будет задан новый полюс при помощи FPOL.

Программирование линейных перемещений

Прямая без плавного перехода

- Индикация клавиши Softkey для FK-программирования: нажмите клавишу FK

- Начните диалог для произвольной прямой: нажмите клавишу Softkey FL. Система ЧПУ покажет остальные клавиши Softkey
- Введите в кадр все известные данные при помощи клавиш Softkey. FK-графика отображает запрограммированный контур красным цветом до тех пор, пока введенных данных не будет достаточно. Если возможно несколько решений, то графика отображает их зеленым цветом (смотри „Графика при FK-программировании”, страница 173)

Прямая, касательная к окружности

Если прямая примыкает к другому элементу контура по касательной, откройте диалог клавишей Softkey FLT:

- Индикация клавиш Softkey для FK-программирования: нажмите клавишу FK

- Начните диалог: нажмите клавишу Softkey FLT
- При помощи клавиш Softkey введите в кадр все известные данные

Программирование круговых перемещений в режиме FK-программирования

Круговая траектория без плавного перехода

- Индицикация клавиш Softkey для FK-программирования: нажмите клавишу FK

- Начните диалог для FK-программирования траектории окружности: нажмите клавишу Softkey FC; ЧПУ отобразит клавиши Softkey для прямого ввода данных для круговой траектории или данных для центра окружности.
- При помощи клавиш Softkey введите все известные данные в кадр: FK-графика отображает запрограммированный контур красным цветом до тех пор, пока не будет введено достаточно данных. Если возможно несколько решений, то графика отображает их зеленым цветом (смотри „Графика при FK-программировании”, страница 173)

Круговая траектория с плавным переходом

Если круговая траектория плавно переходит в другой элемент контура, начните диалог нажатием клавиши Softkey FCT:

- Отобразите клавиши Softkey для FK-программирования: нажмите клавишу FK

- Начните диалог: нажмите клавишу Softkey FCT
- При помощи клавиш Softkey введите в кадр все известные данные

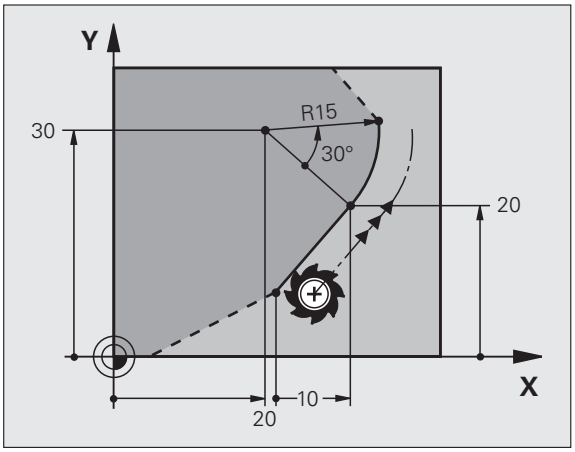
Возможности ввода

Координаты конечных точек

Известные данные	Softkeys	
Декартовы координаты X и Y	X	Y
Полярные координаты относительно FPOL	PR	PA

Примеры NC-кадров

```
7 FPOL X+20 Y+30
8 FL IX+10 Y+20 RR F100
9 FCT PR+15 IPA+30 DR+ R15
```

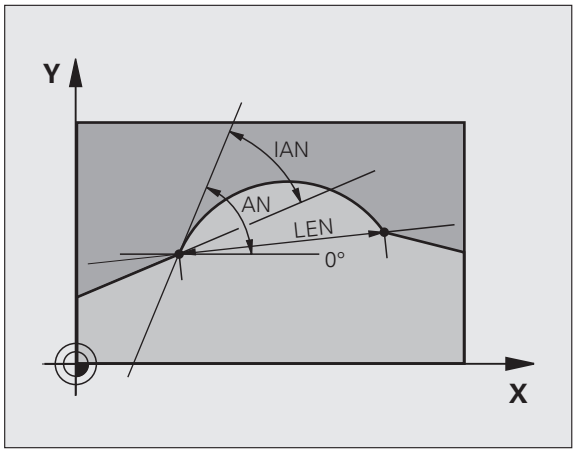


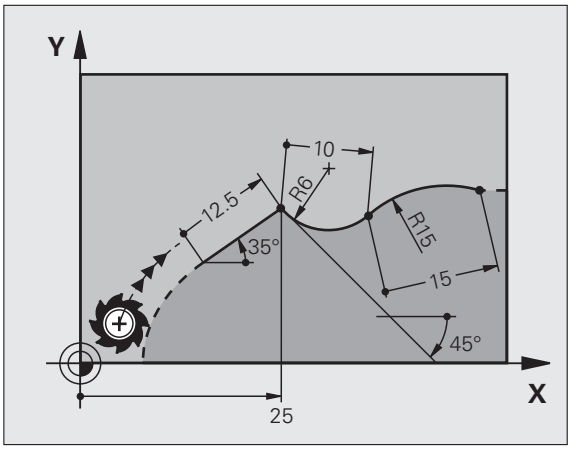
Направление и длина элементов контура

Известные данные	Softkey
Длина прямых	LEN
Угол подъема прямой	AN
Хордовая длина LEN отрезка дуги окружности	LEN
Угол подъема AN касательной на входе	AN
Угол центра отрезка дуги окружности	CCA

Примеры NC-кадров

```
27 FLT X+25 LEN 12.5 AN+35 RL F200
28 FC DR+ R6 LEN 10 AN-45
29 FCT DR- R15 LEN 15
```

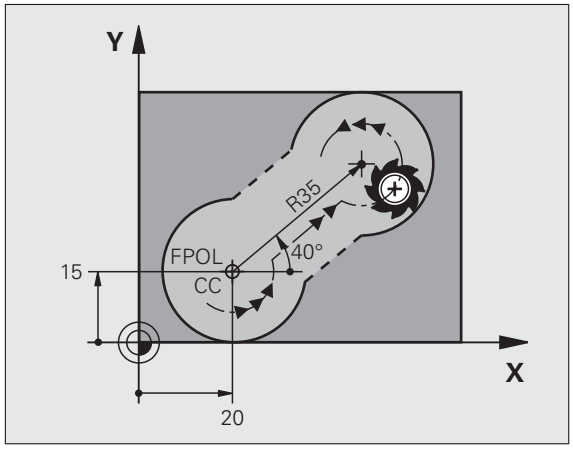




Центр окружности CC, радиус и направление вращения в FC-/FCT-кадре

Для свободно программируемых круговых траекторий ЧПУ рассчитывает центр окружности, исходя из записанных данных. Таким образом, при помощи FK-программирования можно программировать полный круг в кадре.

Если Вы хотите определить центр окружности через полярные координаты, то его надо определять не при помощи CC, а посредством функции FPOL. Функция FPOL сохраняется до следующего кадра, включающего в себя функцию FPOL, и устанавливается в декартовых координатах.



Стандартно запрограммированный или рассчитанный центр окружности в новом FK-фрагменте не сохраняется в качестве полюса или центра окружности: если запрограммированные в обычном режиме программирования полярные координаты относятся к полюсу, определенному ранее в CC-кадре, то после FK-фрагмента координаты этого полюса задаются повторно при помощи CC-кадра.

Известные данные	Softkey	
Центр в декартовых координатах	CCX	CCY
Центр в полярных координатах	CC PR	CC PA
Направление вращения круговой траектории	DR– DR+	
Радиус круговой траектории	R	

Примеры NC-кадров

```
10 FC CCX+20 CCY+15 DR+ R15
11 FPOL X+20 Y+15
12 FL AN+40
13 FC DR+ R15 CCPR+35 CCPA+40
```

Замкнутые контуры

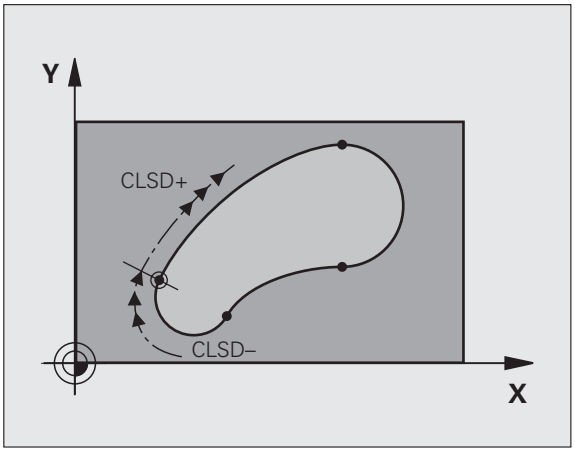
Клавишей Softkey CLSD помечаются начало и конец замкнутого контура. Таким образом, уменьшается количество возможных решений для последнего элемента контура.

CLSD вводится дополнительно к другим данным о контуре в первом и последнем кадре FK-фрагмента.

Начало контура:	CLSD+
Конец контура:	CLSD–

Примеры NC-кадров

```
12 L X+5 Y+35 RL F500 M3
13 FC DR- R15 CLSD+ CCX+20 CCY+35
...
17 FCT DR- R+15 CLSD-
```



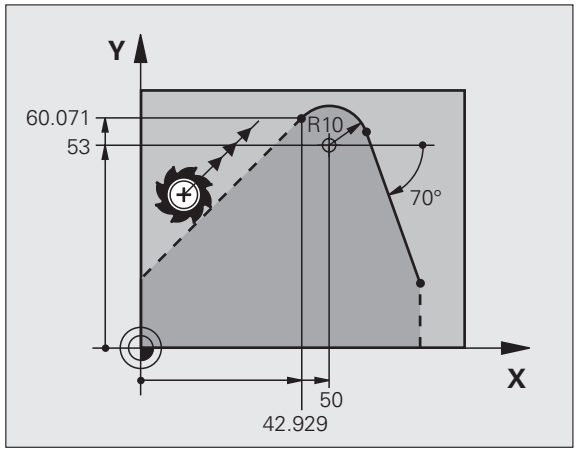
Вспомогательные точки

Как для свободных прямых, так и для свободных круговых траекторий можно ввести координаты вспомогательных точек, лежащих на контуре или рядом с ним.

Вспомогательные точки на контуре

Вспомогательные точки лежат непосредственно на прямой либо на продолжении прямой или на круговой траектории.

Известные данные	Softkey		
X-координата вспомогательной точки P1 или P2 прямой	P1X	P2X	
Y-координата вспомогательной точки P1 или P2 прямой	P1Y	P2Y	
X-координата вспомогательной точки P1, P2 или P3 круговой траектории	P1X	P2X	P3X
Y-координата вспомогательной точки P1, P2 или P3 круговой траектории	P1Y	P2Y	P3Y



Вспомогательные точки рядом с контуром

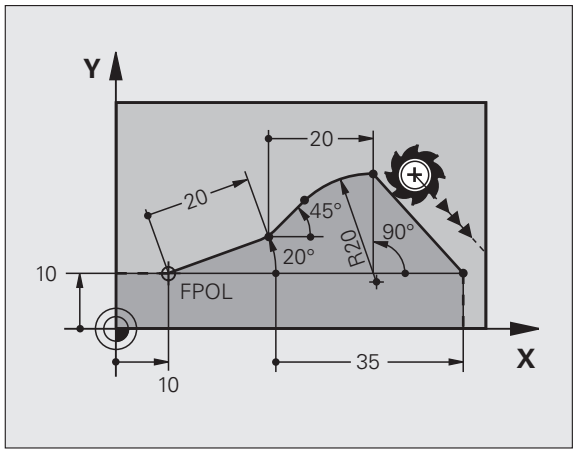
Известные данные	Softkey	
X- и Y- координата вспомогательной точки рядом спрямой	PDX	PDY
Расстояние от вспомогательной точки до прямой	D	
X- и Y-координата вспомогательной точки рядом с круговой траекторией	PDX	PDY
Расстояние от вспомогательной точки до круговой траектории	D	

Примеры NC-кадров

```
13 FC DR- R10 P1X+42.929 P1Y+60.071
14 FLT AN-70 PDX+50 PDY+53 D10
```

Ссылки

Ссылки - это данные, относящиеся к другому элементу контура. Клавиши Softkey и слова программы для **R**-ссылок начинаются с **“R”** ("относительный" - нем. "relativ"). Рисунок справа отображает данные о размерах, которые следует задавать как ссылки.



Координаты с ссылкой всегда вводятся инкрементально. Дополнительно введите номер кадра элемента контура, ссылку на который Вы создаете.

Элемент контура, номер кадра которого вводится, должен отстоять не более, чем на 64 кадра программирования перед кадром, в котором Вы задаете ссылку.

Если удаляется кадр, на который была создана ссылка, система ЧПУ выдает сообщение об ошибке. Изменить программу до удаления этого кадра.

Ссылка на N-кадр: координаты конечной точки

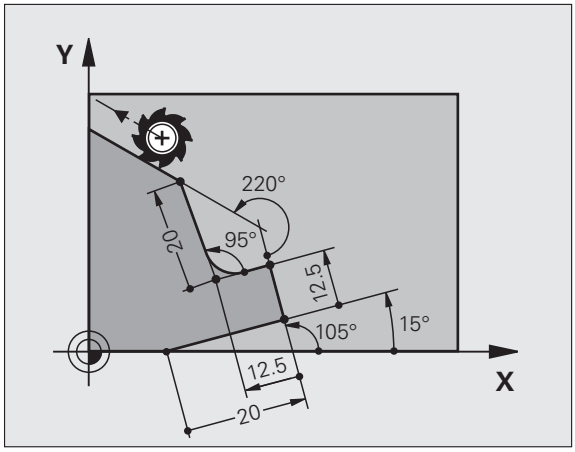
Известные данные	Softkey	
Декартовы координаты связанные с N-кадром	RX N...	RY N...
Полярные координаты, ссылающиеся на N-кадр	RPR N...	RPA N...

Примеры NC-кадров

```
12 FPOL X+10 Y+10
13 FL PR+20 PA+20
14 FL AN+45
15 FCT IX+20 DR- R20 CCA+90 RX 13
16 FL IPR+35 PA+0 RPR 13
```

Ссылка на N-кадр: направление и расстояние между элементами контура

Известные данные	Softkey
Угол между прямой и другим элементом контура или между входной касательной дуги окружности и другим элементом контура	RAN N...
Прямая, параллельная другому элементу контура	PAR N...
Расстояние от прямой до параллельного элемента контура	DP

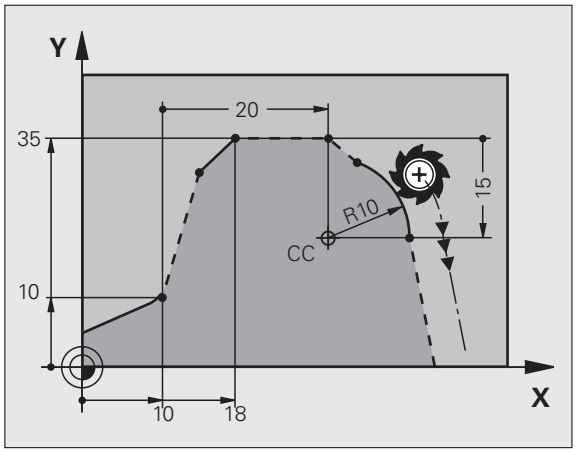


Примеры NC-кадров

```
17 FL LEN 20 AN+15
18 FL AN+105 LEN 12.5
19 FL PAR 17 DP 12.5
20 FSELECT 2
21 FL LEN 20 IAN+95
22 FL IAN+220 RAN 18
```

Ссылка на N-кадр: центр окружности CC

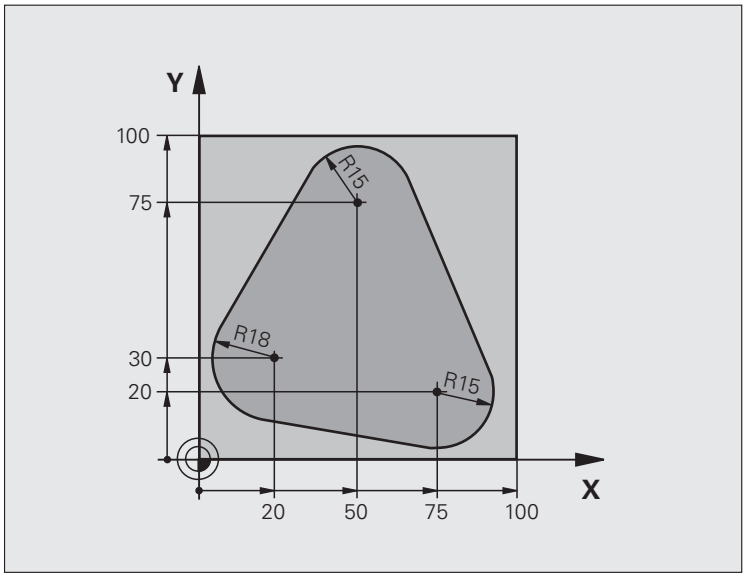
Известные данные	Softkey	
Декартовы координаты центра окружности, ссылающиеся на N-кадр	RCCX N...	RCCY N...
Полярные координаты центра окружности, ссылающиеся на N-кадр	RCCPR N...	RCCPA N...



Примеры NC-кадров

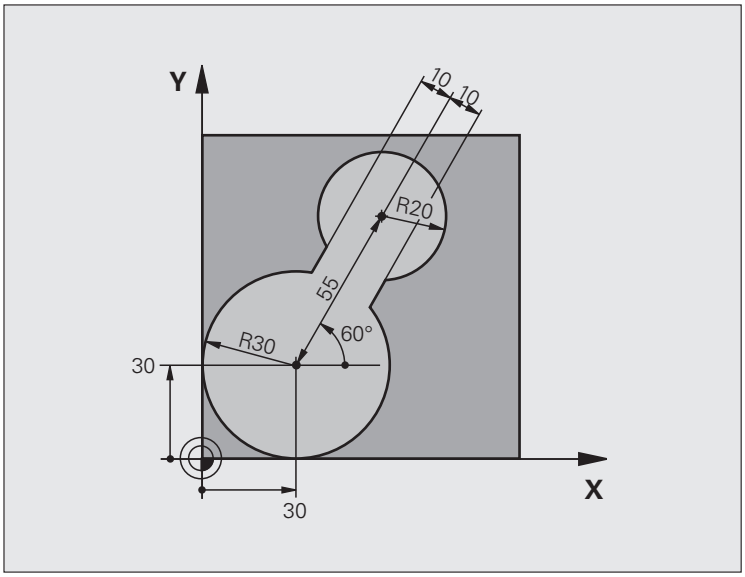
```
12 FL X+10 Y+10 RL
13 FL ...
14 FL X+18 Y+35
15 FL ...
16 FL ...
17 FC DR- R10 CCA+0 ICCX+20 ICCY-15 RCCX12 RCCY14
```

Пример: FK-программирование 1



0 BEGIN PGM FK1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S500	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 L X-20 Y+30 R0 FMAX	Предпозиционирование инструмента
6 L Z-10 R0 F1000 M3	Перемещение инструмента на глубину обработки
7 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Подвод к контуру по окружности с плавным примыканием
8 FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	FK-фрагмент:
9 FLT	Введите известные данные для каждого элемента контура
10 FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
11 FLT	
12 FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
13 FLT	
14 FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
15 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Отвод от контура по окружности с плавным переходом
16 L X-30 Y+0 R0 FMAX	
17 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
18 END PGM FK1 MM	

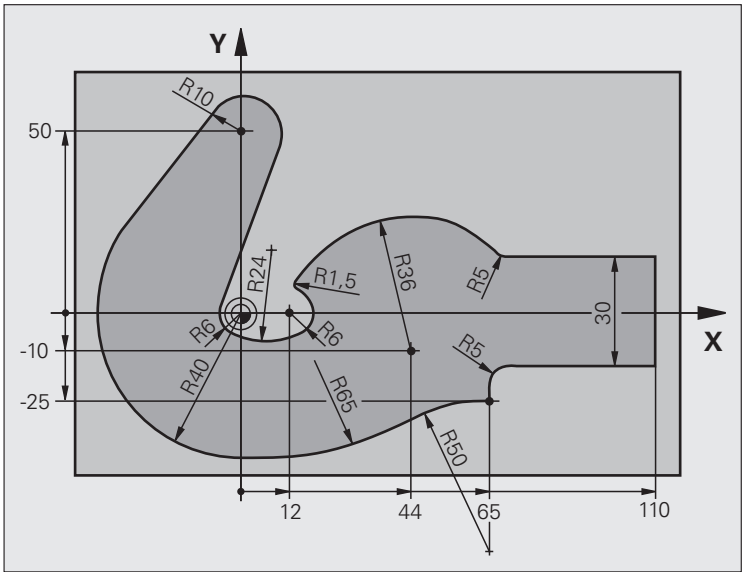
Пример: FK-программирование 2



0 BEGIN PGM FK2 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из заготовки
5 L X+30 Y+30 R0 FMAX	Предпозиционирование инструмента
6 L Z+5 R0 FMAX M3	Предпозиционирование оси инструмента
7 L Z-5 R0 F100	Перемещение инструмента на глубину обработки

8 APPR LCT X+0 Y+30 R5 RR F350	Подвод к контуру по окружности с плавным переходом
9 FPOL X+30 Y+30	FK-фрагмент:
10 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	Задайте известные данные для каждого элемента контура
11 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
12 FSELECT 3	
13 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
14 FSELECT 2	
15 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
16 FSELECT 3	
17 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FSELECT 2	
19 DEP LCT X+30 Y+30 R5	Отвод от контура по окружности с плавным переходом
20 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
21 END PGM FK2 MM	

Пример: FK-программирование 3



0 BEGIN PGM FK3 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-45 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+120 Y+70 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из заготовки
5 L X-70 Y+0 R0 FMAX	Предпозиционирование инструмента
6 L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение инструмента на глубину обработки

7 APPR CT X-40 Y+0 CCA90 R+5 RL F250	Подвод к контуру по окружности с плавным переходом
8 FC DR- R40 CCX+0 CCY+0	FK-фрагмент:
9 FLT	Задайте известные данные для каждого элемента контура
10 FCT DR- R10 CCX+0 CCY+50	
11 FLT	
12 FCT DR+ R6 CCX+0 CCY+0	
13 FCT DR+ R24	
14 FCT DR+ R6 CCX+12 CCY+0	
15 FSELECT 2	
16 FCT DR- R1.5	
17 FCT DR- R36 CCX+44 CCY-10	
18 FSELECT 2	
19 FCT CT+ R5	
20 FLT X+110 Y+15 AN+0	
21 FL AN-90	
22 FL X+65 AN+180 PAR21 DP30	
23 RND R5	
24 FL X+65 Y-25 AN-90	
25 FC DR+ R50 CCX+65 CCY-75	
26 FCT DR- R65	
27 FSELECT	
28 FCT Y+0 DR- R40 CCX+0 CCY+0	
29 FSELECT 4	
30 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Отвод от контура по окружности с плавным переходом
31 L X-70 R0 FMAX	
32 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
33 END PGM FK3 MM	

7

Программирование: дополнительные функции

7.1 Ввод дополнительных М-функций и СТОП

Основные положения

С помощью дополнительных функций системы ЧПУ, называемых также М-функциями, Вы управляете

- выполнением программы, например, прерыванием выполнения программы
- такими функциями станка, как включение и выключение оборотов шпинделя и подачи СОЖ
- поведением инструмента на траектории

Производитель станка может активировать дополнительные функции, не описываемые в этой инструкции. Кроме того, производитель станка может изменить значение и результат описанных дополнительных функций. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Можно ввести до двух дополнительных функций М в конце кадра позиционирования, либо ввести их в отдельном кадре. Тогда система ЧПУ открывает диалог **Дополнительная функция М ?**

Обычно в окне диалога вводится только номер дополнительной функции. При некоторых дополнительных функциях диалог продолжается для того, чтобы оператор мог ввести параметры этой функции.

В ручном режиме работы и в режиме эл. маховичка: дополнительные функции вводятся с помощью перепрограммируемой клавиши М.

Следует учесть, что некоторые дополнительные функции активны в начале кадра позиционирования, другие - в конце, независимо от их последовательности в соответствующем NC-кадре.

Дополнительные функции активны начиная с того кадра, в котором они были вызваны.

Некоторые дополнительные функции действуют только в том кадре, в котором они программируются. Если дополнительная функция активна не только в отдельном кадре, следует отменить эту функцию в последующем кадре при помощи отдельной М-функции, в противном случае она будет автоматически отменена системой ЧПУ в конце программы.

Ввод дополнительной функции в СТОП-кадре

Запрограммированный СТОП-кадр прерывает выполнение программы и/или теста программы, например, для проверки инструмента. В СТОП-кадре можно программировать дополнительную функцию M:

- Программирование прерывания выполнения программы: нажмите клавишу СТОП
- Вводите дополнительную функцию M

Примеры NC-кадров

```
87 STOP M6
```

7.2 Дополнительные функции контроля выполнения программы, шпинделя и подачи СОЖ

Обзор

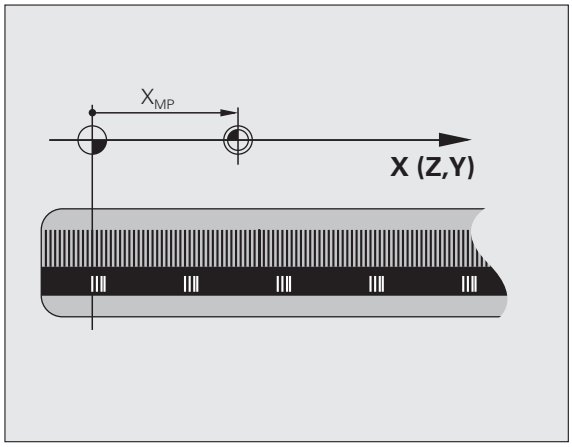
M	Действие	Действие в начале кадра	Действие в конце кадра
M00	ОСТАНОВКА выполнения программы Шпиндель ОСТАНОВКА Подача СОЖ ВЫКЛ		■
M01	Выполнение программы ОСТАНОВКА по выбору оператора		■
M02	ОСТАНОВКА выполнения программы Шпиндель ОСТАНОВКА Подача СОЖ - выключить Возврат к кадру 1 Удаление индикации состояния (в зависимости от параметра станка **clearMode**)		■
M03	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке	■	
M04	Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки	■	
M05	Шпиндель ОСТАНОВКА		■
M06	Смена инструмента (функция зависит от станка) шпиндель ОСТАНОВКА ОСТАНОВКА выполнения программы		■
M08	Подача СОЖ ВКЛ	■	
M09	Подача СОЖ ВЫКЛ		■
M13	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке Подача СОЖ ВКЛ	■	
M14	Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки Подача СОЖ - включить	■	
M30	как M02		■

7.3 Дополнительные функции ввода координат

Программирование фиксированных координат станка: M91/M92

Нулевая точка шкалы

Референтная метка на шкале определяет положение нулевой точки.



Нулевая точка станка

Нулевая точка станка необходима для

- назначения ограничений для зоны перемещений (конечный выключатель ПО)
- подвода к фиксированным точкам станка (например, позиция смены инструмента)
- назначения точки привязки заготовки

Производитель станка задает расстояние от нулевой точки станка до нулевой точки шкалы для каждой оси в параметрах станка.

Стандартный режим работы

Система ЧПУ соотносит координаты с нулевой точкой заготовки, смотри „Привязка к заготовке (без измерительного щупа)”, страница 52.

Работа с M91 - нулевой точкой станка

Если координаты в кадрах позиционирования должны соотноситься с нулевой точкой станка, то в этих кадрах следует ввести M91.

Если в кадре M91 задаются инкрементальные координаты, то эти координаты соотносятся с последней заданной позицией M91. Если в активной NC-программе позиция M91 не задана, то координаты относятся к текущей позиции инструмента.

Система ЧПУ отображает значения координат относительно нулевой точки станка. В индикации состояния индикация координат переключается на REF, смотри „Индикация состояния”, страница 36.

Процедура работы с M92 – точка привязки станка

Кроме нулевой точки станка производитель станка может задать другую фиксированную позицию станка (точку привязки станка).

Производитель станка может установить для каждой оси расстояние от точки привязки станка до нулевой точки станка (см. инструкцию по обслуживанию станка).

Если координаты в кадрах позиционирования должны относиться к точке привязки станка, следует ввести в этих кадрах M92.

Система ЧПУ правильно производит коррекцию на радиус также с M91 или M92 . Тем не менее, длина инструмента при этом **не** учитывается.

Действие

M91 и M92 действуют только в тех кадрах программы, в которых M91 или M92 были заданы.

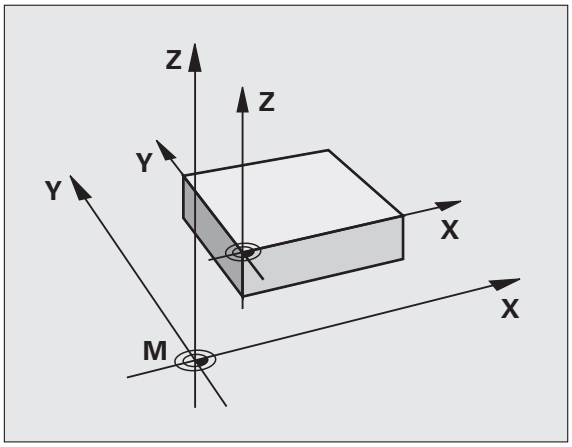
M91 и M92 действуют в начале кадра.

Точка привязки заготовки

Если координаты всегда должны соотноситься с нулевой точкой станка, то назначение точки привязки для одной оси или нескольких осей может быть заблокировано.

Если назначение координат точки привязки заблокировано для всех осей, то система ЧПУ прекращает показывать клавишу softkey НАЗНАЧЕНИЕ ОПОРНОЙ ТОЧКИ в ручном режиме работы.

На рисунке показана система координат с нулевой точкой станка и заготовки.



M91/M92 в режиме работы “Тест программы”

Чтобы графически моделировать движения M91/M92, следует активировать контроль рабочего пространства и индицировать заготовку относительно установленной точки привязки, смотри „Изображение заготовки в рабочем пространстве”, страница 459.

Позционирование в системе координат без наклона при наклонной плоскости обработки: M130

Стандартный режим работы при наклонной плоскости обработки

В кадрах позиционирования ЧПУ относит координаты к наклонной системе координат.

Режим работы с M130

В кадрах прямых при активной наклонной плоскости обработки система ЧПУ относит координаты к системе координат без наклона

Тогда система ЧПУ позиционирует (наклоненный) инструмент на программируемую координату ненаклонной системы.

Последующие кадры позиций или циклы обработки выполняются при наклонной системе координат, что может привести к возникновению проблем в циклах обработки с абсолютным предпозиционированием.

Функция M130 будет разрешена только в случае, если функция "Разворот плоскости обработки" является активной.

Действие

M130 действует в отдельных кадрах прямых без коррекции на радиус инструмента.

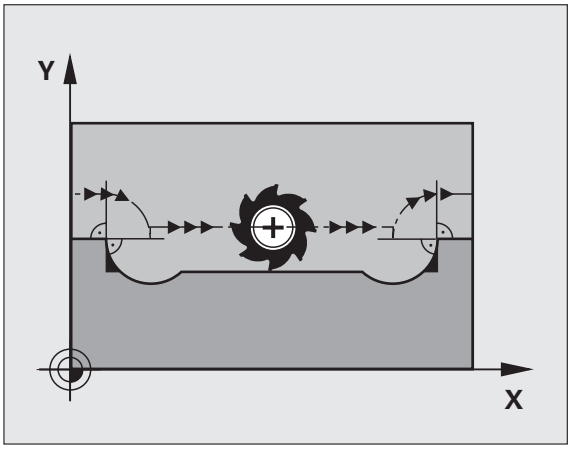
7.4 Дополнительные функции траектории контура

Обработка небольших уступов контура: функция M97

Стандартный режим работы

Система ЧПУ добавляет на участке наружного угла контура переходную дугу. Если выступы контура слишком малы, инструмент при такой обработке может повредить контур.

На таких участках ЧПУ прерывает выполнение программы и выдает сообщение об ошибке “Радиус инструмента слишком большой”.



Обработка с использованием функции M97

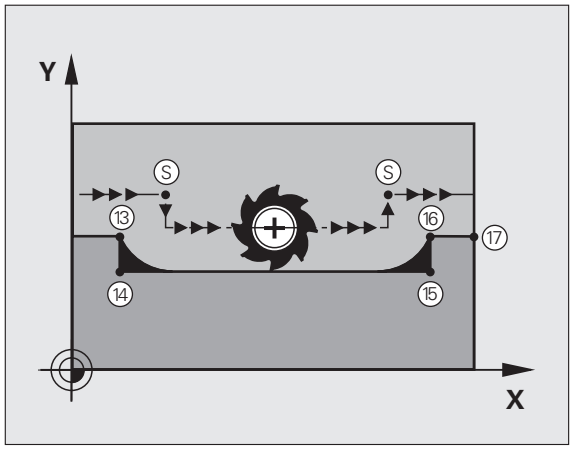
Система ЧПУ устанавливает точку пересечения траекторий для элементов контура – как для внутренних углов – и позиционирует инструмент над этой точкой.

Следует программировать M97 в том кадре, в котором заданы координаты точки внешнего угла.

> Вместо **M97** оператор должен использовать более эффективную функцию **M120 LA** (смотри „Обработка с использованием функции M120” на странице 200)!

Действие

M97 действует только в том кадре программы, в котором была запрограммирована M97.



> Угол контура при помощи M97 не обрабатывается полностью. Возможно, что надо дополнительно обработать этот угол инструментом меньшего размера.

Примеры NC-кадров

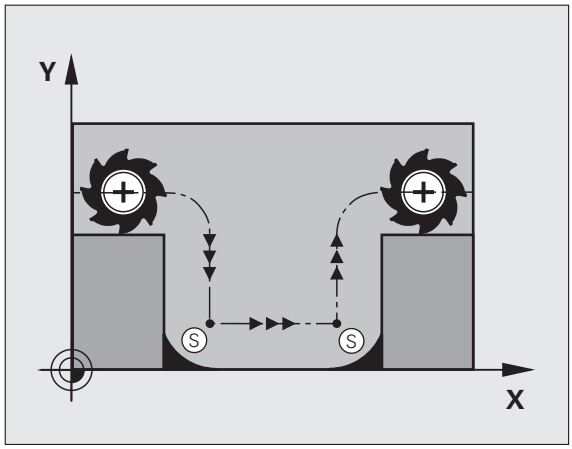
5 TOOL DEF L ... R+20	Большой радиус инструмента
...	
13 L X... Y... R... F... M97	Подвод к точке контура 13
14 L IY-0.5 ... R... F...	Обработка небольшого выступа контура 13 и 14
15 L IX+100 ...	Подвод к точке контура 15
16 L IY+0.5 ... R... F... M97	Обработка небольшого выступа контура 15 и 16
17 L X... Y...	Подвод к точке контура 17

Полная обработка разомкнутых углов контура: M98

Стандартный режим работы

Программа определяет на внутренних углах точку пересечения траекторий фрезы и, начиная с этой точки, перемещает инструмент в новом направлении.

Если контур разомкнут на углах, это приводит к неполной обработке:



Обработка с использованием функции M98

С помощью дополнительной функции M98 система ЧПУ подводит инструмент так, что каждая точка контура обрабатывается:

Действие

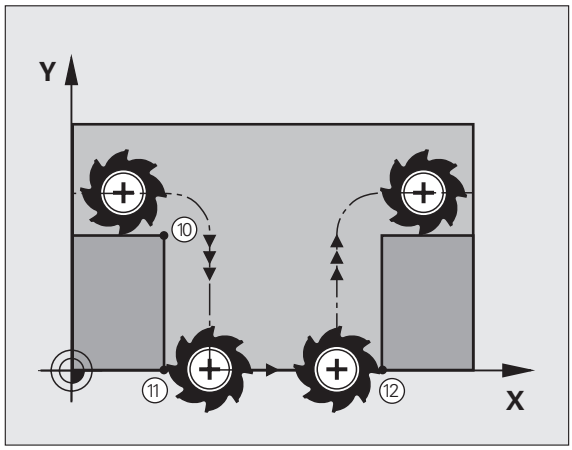
M98 действует только в тех кадрах программы, в которых была запрограммирована M98.

M98 действует в конце кадра.

Примеры NC-кадров

Поочередный подвод к точкам контура 10, 11 и 12:

```
10 L X... Y... RL F
11 L X... IY... M98
12 L IX+ ...
```



Скорость подачи на дугах окружности: M109/ M110/M111

Стандартный режим работы

Система ЧПУ связывает заданную скорость подачи с центром траектории инструмента.

Режим работы M109 на дугах окружности

Система ЧПУ сохраняет постоянную скорость подачи на режущую кромку инструмента на дугах окружностей при обработке внутри и снаружи.

Режим работы M110 на дугах окружности

Система ЧПУ сохраняет постоянную скорость подачи на дугах окружности только при внутренней обработке. В случае внешней обработки дуг окружности согласование подачи отсутствует.

M110 действует и при внутренней обработке дуг окружности с помощью циклов контура. Если M109 или M110 определяются перед вызовом цикла обработки, то согласование подачи сработает и в случае дуг окружности в пределах циклов обработки. В конце или после прерывания цикла обработки восстанавливается исходное состояние.

Действие

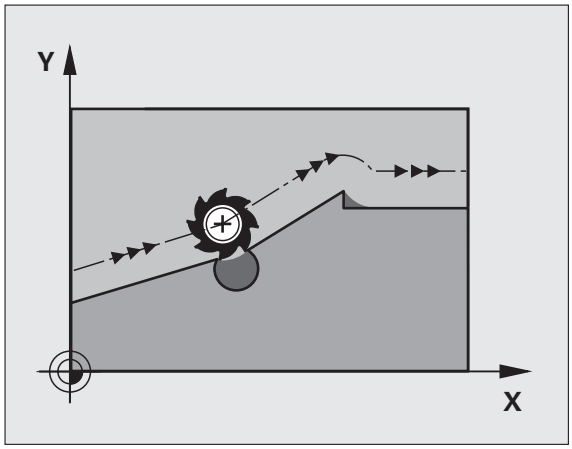
M109 и M110 действуют в начале кадра.
M109 и M110 отменяются при помощи M111.

Предварительная обработка кадров с коррекцией на радиус (LOOK AHEAD): M120

Стандартный режим работы

Если радиус инструмента больше выступа контура, по которому следует перемещаться с коррекцией на радиус, то система ЧПУ прерывает выполнение программы и выдает сообщение об ошибке. M97 (смотри „Обработка небольших уступов контура: функция M97” на странице 196) подавляет сообщения об ошибке, но маркирует выход из материала и дополнительно смещает положение угла.

Система ЧПУ может повредить контур при фрезеровании деталей с радиусом, меньшим радиуса фрезы.



Обработка с использованием функции M120

Система ЧПУ проверяет контур, обрабатываемый с коррекцией на радиус, на наличие на нем отметок и пересечений и заранее рассчитывает траекторию инструмента, начиная с действующего кадра. Места, в которых инструмент мог бы повредить контур, остаются необработанными (отмечено темным на иллюстрации справа). M120 можно также применять для дополнения коррекцией на радиус данных оцифровывания или данных, заданных внешней системой программирования. Таким образом, становится возможным компенсировать отклонения от теоретического радиуса инструмента.

Количество предварительно обрабатываемых системой ЧПУ кадров (максимум 99), определяется с помощью LA (англ. **L**ook **A**head: смотрите вперед) после M120. Чем больше количество кадров для предварительной обработки ЧПУ, тем медленнее осуществляется обработка кадров.

Ввод

Если в кадре позиционирования вводится M120, то ЧПУ продолжает диалог для этого кадра и запрашивает количество кадров для предварительной обработки LA.

Действие

M120 должна находиться в NC-кадре, содержащем поправку на радиус RL или RR. M120 действует с этого кадра до момента

- отмены коррекции на радиус с R0
- программирования M120 LA0
- программирования M120 без LA
- вызова другой программы при помощи PGM CALL

M120 действует в начале кадра.

Ограничения

- Повторный вход в контур после "Внешней/Внутренней остановки" можно выполнить только с помощью функции ПОИСК БЛОКА N
- Если используются функции траектории RND и CHF, то кадры до и после RND и CHF могут содержать только координаты плоскости обработки
- Если подвод к контуру осуществляется по касательной, следует использовать функцию APPR LCT; кадр с APPR LCT может содержать только координаты плоскости обработки
- Если выход из контура выполняется по касательной, следует использовать функцию DEP LCT; кадр с DEP LCT может содержать только координаты плоскости обработки

Позиционирование при помощи маховичка во время выполнения программы: M118

Стандартный режим работы

Система ЧПУ перемещает инструмент в режимах выполнения программы согласно установкам программы обработки.

Режим работы M118

При помощи M118 можно выполнять ручную коррекцию маховичком. Для этого программируется M118 и вводится специфическое для оси значение в мм (линейная или круговая ось).

Ввод

Если M118 вводится в кадре позиционирования, то система ЧПУ продолжает диалог для этого кадра и запрашивает значения для заданной оси. Следует использовать клавишу ENTER для переключения букв оси.

Действие

Позиционирование, заданное при помощи маховичка, отменяется путем повторного программирования M118 без ввода координат.

M118 действует в начале кадра.

Примеры NC-кадров

Во время выполнения программы должна существовать возможность перемещения на плоскости обработки X/Y при помощи маховичка в пределах ±1 мм от запрограммированного значения:

```
L X+0 Y+38.5 RL F125 M118 X1 Y1
```

M118 действует также в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом"!

Если M118 активна, то в случае временного перерыва в программе оператор не сможет воспользоваться функцией РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ!

Выход из контура в направлении оси инструмента: M140

Стандартный режим работы

Система ЧПУ перемещает инструмент в режимах выполнения программы согласно установкам программы обработки.

Режим работы M140

При помощи M140 MB (move back) можно переместиться на заданный отрезок от контура к оси инструмента.

Ввод

Если в кадре позиционирования вводится функция M140, то система ЧПУ продолжает диалог и запрашивает траекторию, по которой инструмент должен отводиться от контура. Следует ввести желаемую траекторию, по которой инструмент должен переместиться от контура, или нажать клавишу softkey MAX, чтобы перемеситься к пределу зоны перемещения.

Дополнительно можно запрограммировать скорость подачи, с которой инструмент передвигается на введенном отрезке пути. Если скорость подачи не задана, то перемещение происходит по заданной траектории с ускоренной подачей.

Действие

M140 действует только в том кадре программы, в котором была запрограммирована M140.

M140 действует в начале кадра.

Примеры NC-кадров

Кадр 250: отвести инструмент на 50 мм от контура

Кадр 251: отвести инструмент к пределу зоны перемещения

```
250 L X+0 Y+38.5 F125 M140 MB 50 F750
251 L X+0 Y+38.5 F125 M140 MB MAX
```

При помощи **M140 MB MAX** можно перемещать инструмент только в положительном направлении.

Подавление контроля измерительного щупа: M141

Стандартный режим работы

Система ЧПУ выдает сообщение об ошибке при отклоненном измерительном стержне, когда оператору требуется переместить одну из осей станка.

Режим работы M141

Система ЧПУ перемещает оси станка и тогда, когда измерительный щуп отклонен. Эта функция требуется, если оператор записывает собственный цикл измерений совместно с циклом измерений 3, чтобы после отклонения вывести измерительный щуп из материала при помощи кадра позиционирования.

Если применяется функция M141, то следует обратить внимание на то, чтобы выводить измерительный щуп из материала в верном направлении.

M141 действует только при перемещениях с кадрами прямых.

Действие

M141 действует только в том кадре программы, в котором была запрограммирована M141.

M141 действует в начале кадра.

Отмена разворота плоскости обработки: M143

Стандартный режим работы

Разворот плоскости обработки сохраняется до тех пор, пока он не будет отменен или не будет перезаписано новое значение.

Режим работы M143

Система ЧПУ удаляет запрограммированный разворот плоскости обработки в NC-программе.

Функция **M143** не разрешена во время поиска кадра.

Действие

M143 действует только в том кадре программы, в котором M143 была запрограммирована.

M143 действует в начале кадра.

Автоматически отвести инструмент от контура при NC-остановке: M148

Стандартный режим работы

При NC-остановке ЧПУ останавливает все перемещения. Инструмент остается в точке прерывания программы.

Режим работы с M148

Функция M148 должна быть активирована производителем станков.

ЧПУ перемещает инструмент от контура в направлении оси инструмента, если оператором в таблице инструментов в столбце **LIFTOFF** для активного инструмента установлен параметр **Y** (смотри „Таблица инструментов: стандартные параметры инструментов” на странице 122).

Следует учесть, что при повторном подводе к контуру, особенно если поверхности искривлены, контур может быть поврежден. Отведите инструмент от материала перед повторным подводом!

Следует определить значение для расстояния, на которое должен подниматься инструмент, в параметре станка **CfgLiftOff**. Кроме того, в параметре станка **CfgLiftOff** можно задать данную функцию как неактивную.

Действие

M148 действует до тех пор, пока функция не будет деактивирована с помощью M149.

M148 действует в начале кадра, M149 в конце кадра.

7.5 Дополнительные функции круговых осей

Подача в мм/мин на осях вращения A, B, C: M116 (опция ПО 1)

Стандартный режим работы

Система ЧПУ интерпретирует заданную скорость подачи на оси вращения в градусах/мин. Скорость подачи по траектории зависит, таким образом, от расстояния от центра инструмента до центра оси вращения.

Чем больше это расстояние, тем больше скорость подачи по контуру.

Подача в мм/мин на осях вращения с M116

Геометрия станка должна быть определена производителем станка.

Соблюдайте рекомендации вашей инструкции по обслуживанию станка!

M116 работает только с круглыми и вращающимися столами. Для поворотных головок M116 не используется. Если станок оснащен комбинацией стол/головка, то ЧПУ игнорирует оси вращения поворотной головки.

Система ЧПУ интерпретирует запрограммированную скорость подачи на оси вращения в мм/мин. При этом ЧПУ в начале кадра рассчитывает скорость подачи для этого кадра. Скорость подачи для оси вращения не изменяется (во время отработки кадра), даже если инструмент приближается к центру осей вращения.

Действие

M116 действует на плоскости обработки
С M117 отменяется при помощи M116; в конце программы M116 также не действует.

M116 действует в начале кадра.

Перемещение круговых осей по оптимизированному пути: M126

Стандартный режим работы

Стандартный режим работы системы ЧПУ при позиционировании осей вращения, индикация которых уменьшена до значений не более 360°, устанавливается производителем станка. Он решает, должна ли система ЧПУ подводить инструмент на разницу заданной и фактической позиции, либо всегда (даже без M126) подводить инструмент по кратчайшему пути к запрограммированной позиции. Примеры:

Фактическая позиция	Заданная позиция	Путь перемещения
350°	10°	–340°
10°	340°	+330°

Режим работы с M126

С M126 система ЧПУ передвигает ось вращения, индикация которой сокращена на значения менее 360°, по короткому пути. Примеры:

Фактическая позиция	Заданная позиция	Путь перемещения
350°	10°	+20°
10°	340°	–30°

Действие

M126 действует в начале кадра.
M126 отменяется при помощи M127; в конце программы M126 также не действует.

Сокращение индикации оси вращения на значение ниже 360°: M94

Стандартный режим работы

Система ЧПУ перемещает инструмент от текущего значения угла к заданному значению угла.

Пример:

Текущее значение угла:	538°
Заданное значение угла:	180°
Действительный путь движения:	–358°

Режим работы M94

Система ЧПУ уменьшает текущее значение угла в начале кадра до значения менее 360° и затем перемещает на заданную величину. Если активно несколько осей вращения, то M94 сокращает индикацию всех осей вращения. В качестве альтернативы можно после M94 ввести ось вращения. Тогда ЧПУ сокращает только индикацию данной оси.

Примеры NC-кадров

Сокращение значений индикации всех активных осей вращения:

```
L M94
```

Сокращение значения индикации только C-оси:

```
L M94 C
```

Сокращение индикации всех осей вращения с последующим перемещением на запрограммированное значение при помощи C-оси:

```
L C+180 FMAX M94
```

Действие

M94 действует только в том кадре программы, в котором запрограммирована M94.

M94 действует в начале кадра.

8

Программирование: циклы

8.1 Работа с циклами

Часто повторяющиеся операции обработки, включающие в себя несколько шагов обработки, сохраняются в системе ЧПУ в виде циклов. Преобразования координат и некоторые специальные функции также сохраняются в виде циклов (обзор: смотри „Обзор циклов”, страница 212).

Циклы обработки с номерами от 200 используют Q-параметры в качестве параметров передачи. Параметры с одинаковой функцией, необходимой ЧПУ в разных циклах, имеют всегда одни и те же номера: например, Q200 - это всегда безопасное расстояние, Q202 - глубина врезания и т.п.

Циклы обработки при необходимости выполняют операции обработки обширных областей. Из соображений безопасности следует провести графический тест программы перед отработкой (смотри „Тест программы” на странице 458)!

Циклы станка

На многих станках есть циклы, запрограммированные в системе ЧПУ производителем станка дополнительно к циклам фирмы HEIDENHAIN. Для них предлагается отдельный диапазон номеров циклов:

- циклы от 300 до 399
  Циклы станка, определяемые клавишей CYCLE DEF в программе
- циклы от 500 до 599
  Циклы станка для измерительного щупа, определяемые клавишей TOUCH PROBE в программе

Внимательно прочтите соответствующее описание функции в инструкции по обслуживанию станка.

Иногда в циклах станка также используются параметры передачи, которые уже применялись фирмой HEIDENHAIN в стандартных циклах. Чтобы избежать проблем, связанных с многократным перезаписыванием используемых параметров передачи при одновременном использовании DEF-активных циклов (циклов, автоматически отрабатываемых ЧПУ при определении цикла, смотри также„Вызов циклов” на странице 213) и CALL-активных циклов (циклов, вызываемых для отработки смотри также„Вызов циклов” на странице 213), следует соблюдать следующие принципы:

- программировать DEF-активные циклы перед CALL-активными циклами
- между определением CALL-активного цикла и соответствующим вызовом цикла программируйте DEF-активный цикл только в том случае, если не дублируются параметры передачи обоих циклов

Определение цикла с помощью перепрограммируемых клавиш

- Панель перепрограммируемых клавиш отображает разные группы циклов

- Выберите группу циклов, например, циклы сверления

- Выберите цикл, например, ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ. Система ЧПУ откроет диалог и запросит все значения для ввода. Одновременно в правой половине дисплея система ЧПУ демонстрирует графическое изображение, в котором параметры, которые необходимо ввести, ярко подсвечены
- Следует ввести все запрашиваемые системой ЧПУ параметры, каждый раз подтверждая ввод клавишей ENT
- Система ЧПУ закончит диалог после того, как все необходимые данные будут введены.

Определение цикла при помощи функции GOTO

- Панель перепрограммируемых клавиш отображает различные группы циклов

- Система ЧПУ открывает окно перехода
- При помощи клавиш со стрелками выберите нужный цикл и подтвердите выбор нажатием клавиши ENT или
- Введите номер цикла и подтвердите ввод двойным нажатием клавиши ENT. Система ЧПУ откроет диалоговое окно цикла, как было описано выше.

Примеры NC-кадров

```
7 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ
      Q200=2     ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=3     ;ГЛУБИНА
      Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q210=0     ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ
      Q203=+0    ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q211=0.25  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
```

Обзор циклов

Группа циклов	Softkey	Стр.
Циклы глубокого сверления, развертывания, расточки, зенкерования, нарезания внутренней и внешней резьбы и резьбофрезерования	СВЕРЛ./ РЕЗЬБА	215
Циклы для фрезерования карманов, цапф и канавок	КАРМАНЫ/ СТОЙКИ/ КАНАВКИ	266
Циклы для выполнения точечных рисунков, например, окружностей отверстий или перфорированных поверхностей	ШАБЛОН	289
SL-циклы (Subcontur-List), с помощью которых обрабатываются более сложные контуры в параллельной контуру плоскости, состоящие из нескольких накладывающихся друг на друга фрагментов контура, интерполяция боковой поверхности цилиндра	SL II	296
Циклы фрезерования гладких или скрученных поверхностей	ФРЕЗ. ЗА НЕС.ПРОХ.	326
Циклы преобразования координат, с помощью которых можно перемещать, поворачивать, зеркально отображать, увеличивать или уменьшать любые контуры	ПРЕОБР. КООРДИНАТ	339
Специальные циклы Время выдержки, Вызов программы, Ориентация шпинделя, Допуск	СПЕЦ. ЦИКЛЫ	359

Если в циклах обработки с номерами более 200 используется косвенное присвоение параметров (например, **Q210 = Q1**), то после определения цикла изменение присвоенного параметра (например, Q1) невозможно. Следует в таком случае определить параметр цикла (например, **Q210**) напрямую.

Если в циклах обработки с номерами более 200 определяются параметры подачи, то с помощью клавиши Softkey вместо ввода числового значения можно в **TOOL CALL**-кадре присвоить значение скорости подачи (клавиша Softkey FAUTO), или ускоренном ходу (клавиша Softkey FMAX).

Обратите внимание на то, что изменение FAUTO-подачи недействительно после определения цикла, так как ЧПУ при переработке определения цикла всегда присваивает значение скорости подачи из TOOL CALL-кадра.

Если Вы хотите удалить цикл с несколькими подкадрами, система ЧПУ даст указание на то, нужно ли удалять этот цикл полностью.

Вызов циклов

Условия

Перед вызовом цикла в любом случае программируются:

- **BLK FORM** для графического представления (нужна только для графики при тестировании)
- Вызов инструмента
- Направление вращения шпинделя (дополнительная функция M3/M4)
- Определение цикла (CYCL DEF).

Обратите внимание на прочие условия, приведенные далее в описании циклов.

Следующие циклы действуют с момента их определения в программе обработки. Данные циклы вызывать запрещено:

- циклы 220 Образцы точек на окружности и 221 Образцы точек на линии
- SL-цикл 14 КОНТУР
- SL-цикл 20 ДАННЫЕ КОНТУРА
- циклы преобразования координат
- цикл 9 ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ

Все остальные циклы можно вызывать при помощи функций, описанных ниже.

Вызов цикла функцией CYCL CALL

Функция **CYCL CALL** вызывает последний определенный цикл обработки. Точкой старта цикла является последняя позиция, заданная перед CYCL CALL-кадром.

CYCL CALL

- Программирование вызова цикла: нажмите клавишу CYCL CALL
- Ввод вызова цикла: нажмите клавишу Softkey CYCL CALL M
- При необходимости введите дополнительную функцию M (например, **M3** для включения шпинделя), либо с помощью клавиши END закончите диалог

Вызов цикла при помощи M99/M89

Функция **M99**, действующая покадрово, однократно вызывает последний определенный цикл обработки. **M99** можно программировать в конце кадра позиционирования, ЧПУ затем перемещается на эту позицию, вызывая последний определенный цикл обработки.

Если система ЧПУ должна автоматически выполнить цикл после каждого кадра позиционирования, то вызов цикла программируется при помощи **M89**.

Чтобы отменить действие **M89**, надо запрограммировать

- **M99** в том кадре позиционирования, в котором осуществляется подвод к последней точке старта или
- Оператор определяет новый цикл обработки при помощи **CYCL DEF**

8.2 Циклы сверления, нарезания резьбы метчиком и резьбофрезерования

Обзор

Цикл	Softkey	Стр.
240 ЦЕНТРОВКА С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние, возможен ввод диаметра/ глубины центровки		217
200 СВЕРЛЕНИЕ С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		219
201 РАЗВЕРТЫВАНИЕ С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		221
202 РАСТОЧКА С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		223
203 УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние, ломка стружки, дегрессия		226
204 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		228
205 УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние, ломка стружки, расстояние опережения		231
208 СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ С автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		234

Цикл	Softkey	Стр.
206 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, НОВИНКА С компенсатором, с автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		236
207 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ GS, НОВИНКА Без компенсатора, с автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние		238
209 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ Без компенсатора, с автоматическим предварительным позиционированием, 2. безопасное расстояние, ломка стружки		240
262 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ Цикл для фрезерования резьбы в предварительно рассверленном материале		245
263 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ Цикл для фрезерования резьбы с получением зенкерной фаски в предварительно рассверленном материале		248
264 СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ Цикл для сверления предварительно нерассверленного материала и последующим фрезерованием резьбы с помощью одного инструмента		252
265 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ Цикл для фрезерования резьбы в предварительно не рассверленном материале		256
267 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ Цикл для фрезерования внешней резьбы с получением зенкерной фаски		260

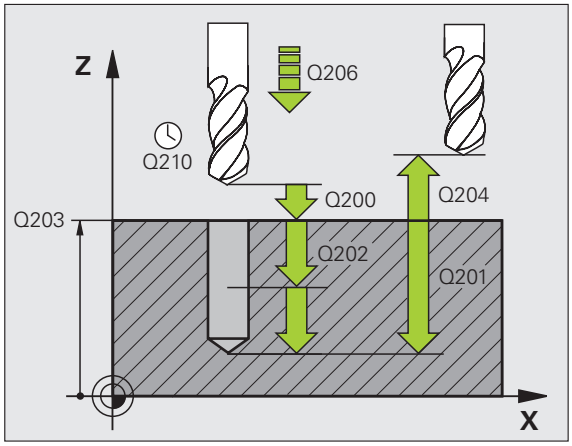
ЦЕНТРОВКА (цикл 240)

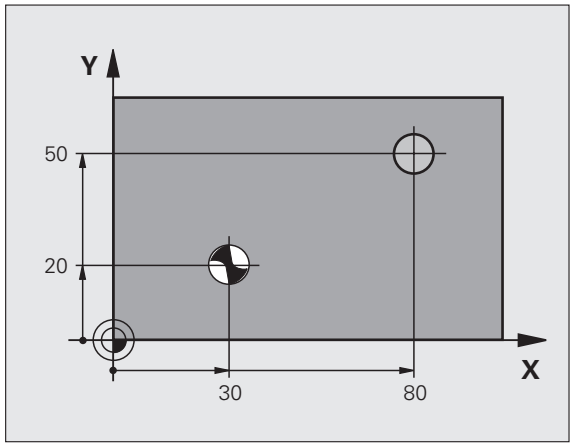
1 Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу **FMAX** на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя

2 Инструмент с заданной скоростью подачи F позиционируется на заданный диаметр центровки или на заданную глубину центровки

3 Инструмент задерживается на дне центровки, если это определено

4 Затем инструмент перемещается с **FMAX** на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-м безопасное расстояние





В кадре позиционирования точка старта (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла **Q344** (диаметр) или **Q201** (глубина) определяет направление работы. Если задан диаметр или глубина, равные нулю, то система ЧПУ не выполняет цикл.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **введенном положительном значении параметра "диаметр" или "глубина" система ЧПУ** реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасном расстоянии **под** поверхностью заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки; введите положительное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999.9999
- **Выбор глубина/диаметр (0/1)** Q343: центрировать на введенном диаметре или на введенной глубине? Если системе ЧПУ нужно провести центровку на заданном диаметре, следует определить угол при вершине инструмента в столбце **T-ANGLE** таблицы инструментов TOOL.T.
  0: Центрировать на заданной глубине
  1: Центрировать на заданном диаметре
- **Глубина** Q201 (инкрементально): расстояние от поверхности заготовки – до дна центровки (вершина конуса центровки). Активно только в том случае, когда параметр определен как Q343=0 Диапазон ввода от -99999.9999 до 99999.9999
- **Диаметр (знак перед значением)** Q344: диаметр центровки. Активен только в том случае, если параметр определен как Q343=1. Диапазон ввода от -99999.9999 до 99999.9999
- **Подача на врезание** Q206: Скорость передвижения инструмента при центровке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Время выдержки внизу** Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600.0000
- **Коорд. Поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (инкрементально): координата оси шпинделя, при которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 240 ЦЕНТРОВКА
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q343=1    ;ВЫБОР ГЛУБИНА/ДИАМЕТР
      Q201=+0   ;ГЛУБИНА
      Q344=-9   ;ДИАМЕТР
      Q206=250  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q211=0.1  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
      Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=100  ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
12 L X+30 Y+20 R0 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 R0 FMAX M99
15 L Z+100 FMAX M2
```

СВЕРЛЕНИЕ (цикл 200)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасном расстоянии над поверхностью заготовки на оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX
2 Инструмент сверлит с заданной скоростью подачи F до первой глубины врезания
3 ЧПУ отводит инструмент со скоростью подачи FMAX на безопасное расстояние, выдерживает там, если так было запрограммировано, а затем со скоростью подачи FMAX перемещает на безопасное расстояние над точкой первого врезания на глубину
4 Затем инструмент врезается с заданной скоростью подачи F на большую глубину врезания
5 ЧПУ повторяет эту операцию (от 2 до 4 раз) до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина сверления
6 Со дна отверстия инструмент перемещается на безопасное расстояние со скоростью подачи FMAX или на 2-е безопасное расстояние, если это было задано

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Запрограммируйте кадр позиционирования в точке старта (центре отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра глубины** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается на ускоренном ходу по оси инструмента на безопасное расстояние **под** поверхностью заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки; введите положительное значение
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна отверстия (вершины конуса отверстия)
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при сверлении в мм/мин
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Параметр "глубина" не обязательно должен быть кратен параметру "глубина врезания". Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если:
  - параметры "глубина врезания" и "глубина" идентичны
  - значение параметра "глубина врезания" больше значения параметра "глубина"
- **Время выдержки вверху** Q210: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на безопасном расстоянии, после того как ЧПУ выводит его из высверленного отверстия для того, чтобы удалить стружку
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Выдержка времени внизу** Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=-15  ;ГЛУБИНА
      Q206=250  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q210=0    ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ
      Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=100  ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q211=0.1  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
15 L Z+100 FMAX M2
```

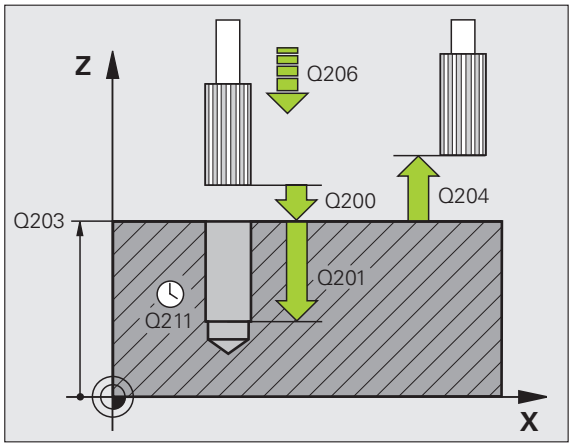
РАЗВЁРТЫВАНИЕ (цикл 201)

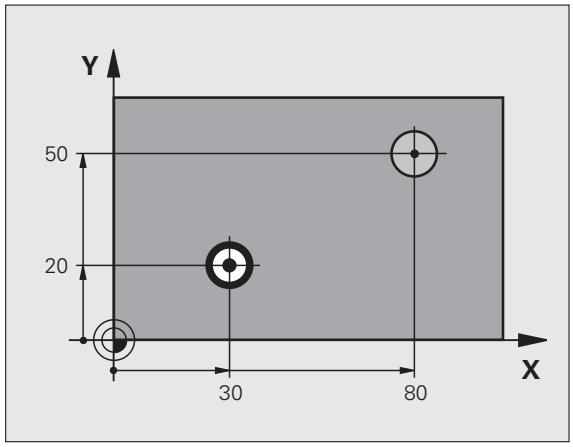
1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

2 Инструмент выполняет развертывание с заданной скоростью подачи F до запрограммированной глубины

3 Инструмент задерживается на дне просверленного отверстия, если это было задано

4 Затем система ЧПУ возвращает инструмент со скоростью подачи F на безопасное расстояние и, если было задано, перемещает оттуда со скоростью подачи FMAX на 2-е безопасное расстояние





Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр высверленного отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается на ускоренном ходу по оси инструмента на безопасное расстояние **под** поверхностью заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна отверстия
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при развертывании в мм/мин
- **Выдержка времени внизу** Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия
- **Подача обратного хода** Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в мм/мин. Если введено Q208 = 0, то инструмент перемещается со скоростью подачи развертывания
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)

Пример: NC-кадры

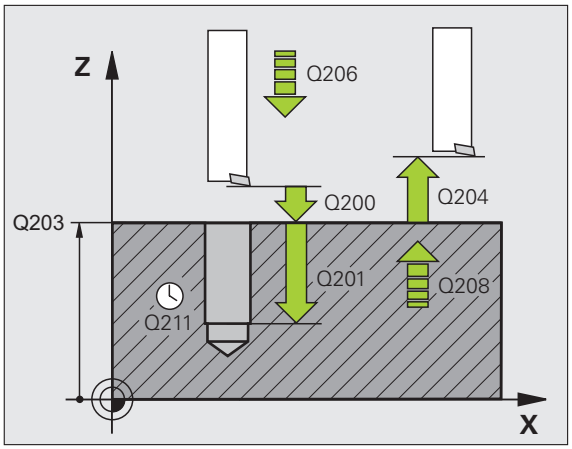
```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 201 РАЗВЕРТЫВАНИЕ
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=-15  ;ГЛУБИНА
      Q206=100  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q211=0,5  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
      Q208=250  ;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
      Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=100  ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
15 L Z+100 FMAX M2
```

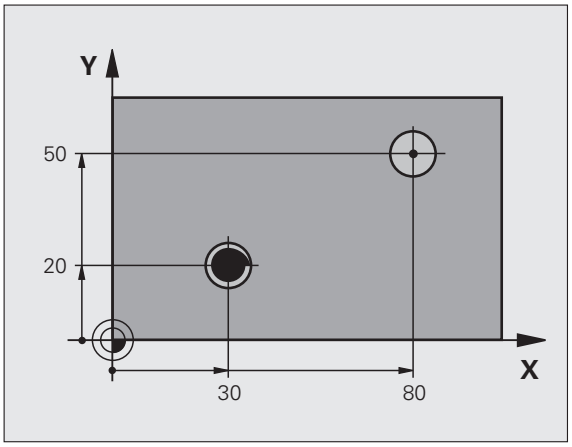
РАСТОЧКА (цикл 202)

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Циклы используется только на станках с управляемым шпинделем.

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасном расстоянии над поверхностью заготовки на оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX
2 Инструмент сверлит с подачей сверления до достижения глубины
3 На дне просверленного отверстия инструмент задерживается, если это было задано с вращающимся шпинделем для выхода из материала
4 Затем ЧПУ ориентирует шпиндель на позицию, определенную параметром Q336
5 Если выбран выход из материала, то система ЧПУ выходит из материала в заданном направлении на 0,2 мм (фиксированное значение)
6 Затем ЧПУ перемещает инструмент с подачей обратного хода на безопасное расстояние и оттуда, если было задано, с FMAX на 2-е безопасное расстояние. Если Q214=0, то обратный ход осуществляется по стенке высверленного отверстия





Внимательно прочитайте до начала программирования

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Система ЧПУ устанавливает в конце цикла те значения шпинделя и подачи СОЖ, которые были активны до вызова цикла.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается на ускоренном ходу по оси инструмента на безопасное расстояние **под** поверхностью заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна отверстия
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при расточке в мм/мин
- **Время выдержки внизу** Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне высверленного отверстия
- **Подача обратного хода** Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из высверленного отверстия в мм/мин. Если задано значение параметра Q208 = 0, то будет активна подача врезания
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Направление выхода из материала (0/1/2/3/4)** Q214: определить направление, в котором ЧПУ выводит инструмент из материала со дна высверленного отверстия (после угловой ориентации шпинделя)

  0 Не выводить инструмент из материала
  1 Вывести инструмент из материала в минус-направлении главной оси
  2 Вывести инструмент из материала в минус-направлении вспомогательной оси
  3 Вывести инструмент из материала в плюс-направлении главной оси
  4 Вывести инструмент из материала в плюс-направлении вспомогательной оси

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 202 РАСТОЧКА
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=-15  ;ГЛУБИНА
      Q206=100  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q211=0,5  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
      Q208=250  ;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
      Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=100  ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q214=1    ;НАПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДА
      Q336=0    ;УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

Опасность столкновения!

Следует выбрать такое направление для вывода инструмента из материала, чтобы инструмент мог перемещаться от края отверстия.

Если программируется ориентация шпинделя под углом, заданным в параметре Q336 (например, в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом данных"), следует проверить, где находится вершина инструмента. Следует так выбрать угол, чтобы вершина инструмента располагалась параллельно к одной из осей координат.

Система ЧПУ автоматически учитывает активное вращение системы координат при выходе из материала.

- **Угол для угловой ориентации шпинделя** Q336 (абсолютный): угол, на который система ЧПУ позиционирует инструмент перед выходом из материала

УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 203)

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки
2. Инструмент сверлит на заданной скорости подачи F до первой глубины врезания
3. Если задана ломка стружки, ЧПУ возвращает инструмент на заданное значение. Если работа производится без ломки стружки, ЧПУ перемещает инструмент с подачей обратного хода на безопасное расстояние, если задано, то инструмент задерживается там, а затем перемещается с FMAX на безопасное расстояние над первой глубиной врезания
4. Затем инструмент сверлит с заданной скоростью подачи F на оставшуюся глубину врезания. Глубина врезания уменьшается с каждым подводом на количество снятого материала, если это было задано.
5. Система ЧПУ повторяет эту операцию (от 2 до 4 раз) до тех пор, пока не будет достигнута глубина сверления
6. На дне высверленного отверстия инструмент задерживается, если это было задано, для выхода из материала и после выдержки отводится с подачей обратного хода на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с FMAX

Внимательно прочитайте до начала программирования:

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр высверленного отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

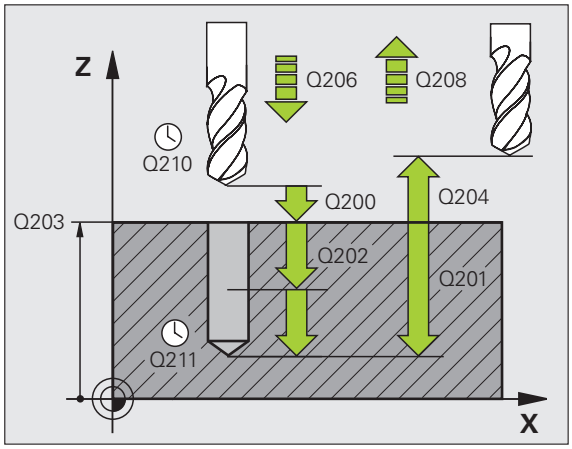
Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна отверстия (вершины конуса отверстия)
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при сверлении в мм/мин
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. параметр "глубина" не обязательно должен быть кратен параметру "глубина врезания". Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если:
  - параметры "глубина врезания" и "глубина" идентичны
  - значение параметра "глубина врезания" больше значения параметра "глубина"
- **Время выдержки вверху** Q210: время (в секундах), в течение которого инструмент выдерживается на безопасном расстоянии после вывода ЧПУ инструмента из высверленного отверстия для того, чтобы было можно удалить стружку.
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Количество снимаемого материала** Q212 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ уменьшает глубину врезания Q202 после каждого врезания
- **Кол-во Ломка стружки до начала обратного хода** Q213: количество произведенных надломов стружки до момента вывода системой ЧПУ инструмента из высверленного отверстия для удаления стружки. Для ломки стружки ЧПУ каждый раз отводит инструмент на значение возврата Q256
- **Минимальная глубина врезания** Q205 (в инкрементах): если введено количество снимаемого материала, ЧПУ ограничивает врезание на заданное с Q205 значение
- **Выдержка времени внизу** Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия
- **Подача обратного хода** Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в мм/мин. Если задается значение Q208=0, ЧПУ отводит инструмент со скоростью подачи, заданной параметром Q206
- **Обратный ход при ломке стружки** Q256 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки



Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 203 УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q210=0    ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ
    Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q212=0.2  ;СНЯТИЕ МАТЕРИАЛА
    Q213=3    ;ЛОМКА СТРУЖКИ
    Q205=3    ;МИН. ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q211=0.25 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
    Q208=500  ;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
    Q256=0.2  ;ОБРАТНЫЙ ХОД ПРИ ЛОМКЕ
               СТРУЖКИ
```

РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ (цикл 204)

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

Цикл работает только с обратными борштангами.

С помощью этого цикла выполняются углубления на нижней стороне заготовки.

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасном расстоянии над поверхностью заготовки на оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX
2. Там ЧПУ производит угловую ориентацию шпинделя на 0°-позицию и смещает инструмент на размер эксцентрика
3. Затем инструмент погружается с подачей предварительного позиционирования в предварительно высверленное отверстие до тех пор, пока лезвие не достигнет безопасного расстояния от нижней поверхности заготовки
4. ЧПУ возвращает инструмент в центр отверстия, включает шпиндель и, при необходимости, подачу СОЖ и передвигается со скоростью подачи зенкерования на заданную глубину зенкерования
5. Если это было запрограммировано, инструмент выдерживается на дне углубления и затем выводится из высверленного отверстия, проводит угловую ориентацию шпинделя и вновь смещает на размер эксцентрика
6. Затем система ЧПУ возвращает инструмент на безопасное расстояние со скоростью подачи предварительного позиционирования и оттуда, если это было задано, с подачей FMAX на 2-е безопасное расстояние.

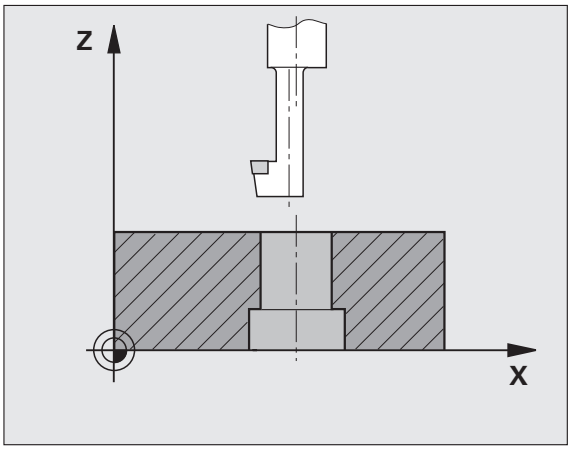
Внимательно прочитайте перед началом программирования:

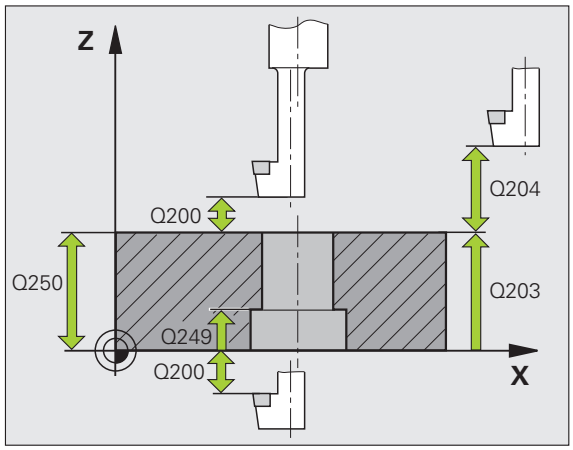
Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

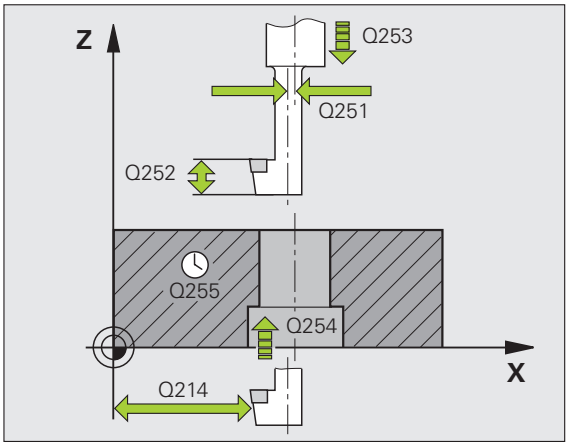
Знак числа параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки при зенкеровании. Внимание: если перед числом - положительный знак, зенкерование проводится в направлении положительной оси шпинделя.

Следует ввести такую длину инструмента, чтобы была измерена не режущая кромка инструмента, а нижняя кромка борштанги.

ЧПУ учитывает длину лезвия борштанги и толщину материала при расчете точки старта зенкерования.







- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина зенкерования** Q249 (в инкрементах): расстояние от нижней кромки заготовки – до дна углубления. Положительный знак перед значением задает зенкерование в положительном направлении оси шпинделя
- **Толщина материала** Q250 (в инкрементах): толщина заготовки
- **Размер эксцентрика** Q251 (в инкрементах): размер эксцентрика борштанги; берется из списка данных инструмента
- **Высота режущей кромки** Q252 (в инкрементах): расстояние от нижней кромки борштанги – до главной режущей кромки; берется из списка данных инструмента
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость перемещения инструмента при зенкеровании в мм/мин
- **Время выдержки** Q255: время выдержки на дне углубления (в секундах)
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Направление выхода из материала 0/1/2/3/4)** Q214: определяет направление, в котором система ЧПУ должна сместить инструмент на размер эксцентрика (после проведения ориентации шпинделя); запрещено вводить 0

  1 Вывести инструмент из материала в минус-направлении главной оси

  2 Вывести инструмент из материала в минус-направлении вспомогательной оси

  3 Вывести инструмент из материала в плюс-направлении главной оси

  4 Вывести инструмент из материала в плюс-направлении вспомогательной оси

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 204 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q249=+5   ;ГЛУБИНА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
    Q250=20   ;ТОЛЩИНА МАТЕРИАЛА
    Q251=3.5  ;РАЗМЕР ЭКСЦЕНТРИКА
    Q252=15   ;ВЫСОТА РЕЖ. КРОМКИ
    Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q254=200  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
    Q255=0    ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ
    Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q214=1    ;НАПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДА
    Q336=0    ;УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
```

Опасность столкновения!

Если программируется ориентация шпинделя под углом, заданным в параметре Q336 (например, в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом данных"), следует проверить, где находится вершина инструмента. Следует так выбрать угол, чтобы вершина инструмента располагалась параллельно к одной из осей координат. Следует выбрать такое направление для вывода инструмента из материала, чтобы инструмент мог перемещаться от края отверстия.

- **Угол для ориентировки шпинделя** Q336 (абсолютный): угол, на который система ЧПУ позиционирует инструмент перед врезанием в материал и перед выходом из материала

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 205)

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя с на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки
2. Если введенная точка старта находится на определенной глубине, то Система ЧПУ производит перемещение с заданной скоростью подачи позиционирования на безопасное расстояние над находящейся на глубине точкой старта
3. Инструмент сверлит на заданной скорости подачи F до первой глубины врезания
4. Если задана ломка стружки, ЧПУ возвращает инструмент на заданное значение. Если работы производятся без ломки стружки, ЧПУ возвращает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние и снова перемещает с FMAX на расстояние опережения в точку, находящуюся над первой глубиной врезания
5. Затем инструмент сверлит с заданной скоростью подачи F на оставшуюся глубину врезания. Глубина врезания уменьшается с каждым подводом на количество снятия материала, если это было задано.
6. ЧПУ повторяет эту операцию (от 2 до 4 раз) до тех пор, пока не будет достигнута глубина сверления
7. На дне высверленного отверстия инструмент задерживается, если это было задано, для выхода из материала и после выдержки отводится с подачей обратного хода на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с FMAX

Внимательно прочитайте до начала программирования:

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

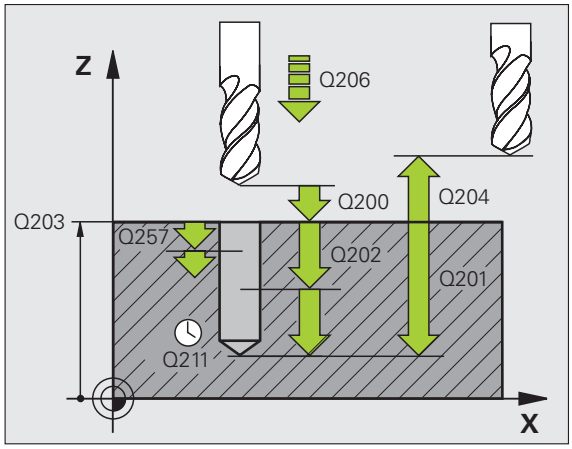
Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна отверстия (вершины конуса отверстия)
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при сверлении в мм/мин
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. параметр "глубина" не обязательно должен быть кратен параметру "глубина врезания". Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если:
  - параметры "глубина врезания" и "глубина" равны
  - значение параметра "глубина врезания" больше значения параметра "глубина"
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Количество снимаемого материала** Q212 (в инкрементах): значение, на которое система ЧПУ уменьшает глубину подвода Q202 после каждого подвода
- **Минимальная глубина врезания** Q205 (в инкрементах): если введено количество снимаемого материала, ЧПУ ограничивает врезание на заданное с Q205 значение
- **Расстояние опережения вверху** Q258 (в инкрементах): безопасное расстояние для позиционирования на ускоренном ходу, когда система ЧПУ возвращает инструмент после вывода из отверстия на действующую глубину врезания; значение при первом врезании
- **Расстояние опережения внизу** Q259 (в инкрементах): безопасное расстояние для позиционирования на ускоренном подаче, когда ЧПУ возвращает инструмент после вывода из отверстия на действующую глубину врезания; значение при первом врезании



Если введенное значение Q258 не равно значению Q259, то система ЧПУ равномерно изменяет расстояние опережения между первым и последним врезанием.

- **Глубина сверления до ломки стружки** Q257 (в инкрементах): врезание, после которого система ЧПУ производит ломку стружки. Если введен 0, ломка стружки не производится.
- **Обратный ход при ломке стружки** Q256 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки
- **Выдержка времени внизу** Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия
- **Точка старта, находящаяся в толще заготовки** Q379 (инкрементально относительно поверхности заготовки): точка старта обработки сверлением, если черновое сверление более коротким инструментом на определенную глубину уже было выполнено. ЧПУ производит перемещение с **подачей предварительного позиционирования** с безопасного расстояния в точку старта, находящуюся в толще заготовки.
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при позиционировании с безопасного расстояния в точку старта, находящуюся в толще заготовки в мм/мин. Активна, только если значение Q379 не равно 0

☞ Если параметром Q379 задается точка старта, находящаяся в толще заготовки, система ЧПУ изменяет только точку старта врезания. Обратный ход не изменяется и относится, таким образом, к координате поверхности заготовки.

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 205 УНИВЕРСАЛЬНОЕ
ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-80  ;ГЛУБИНА
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=15   ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q203=+100 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q212=0.5  ;СНИМАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ
    Q205=3    ;МИН. ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q258=0.5  ;РАССТОЯНИЕ ОПЕРЕЖЕНИЯ
               ВВЕРХУ
    Q259=1    ;РАССТОЯНИЕ ОПЕРЕЖЕНИЯ
               ВНИЗУ
    Q257=5    ;ГЛУБИНА СВЕРЛ. ЛОМКА
               СТРУЖКИ
    Q256=0.2  ;ОБРАТНЫЙ ХОД ПРИ ЛОМКЕ
               СТРУЖКИ
    Q211=0.25 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
    Q379=7.5  ;ТОЧКА СТАРТА
    Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
```

СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 208)

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки и выполняет подвод на заданный диаметр окружности закругления (если достаточно места)
2. Инструмент фрезерует с заданной скоростью подачи F по спирали до заданной глубины сверления
3. Когда глубина сверления достигнута, ЧПУ проводит еще один полный круг для удаления оставшегося при врезании материала
4. Затем ЧПУ снова перемещает инструмент в центр отверстия
5. После чего инструмент возвращается с FMAX на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с FMAX

Внимательно прочтите до того, как начать программирование

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Если задано, что внутренний диаметр отверстия равен диаметру инструмента, то ЧПУ производит сверление без винтовой интерполяции сразу на заданную глубину.

Активное зеркальное отображение **не** влияет на определенный в цикле тип фрезерования.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

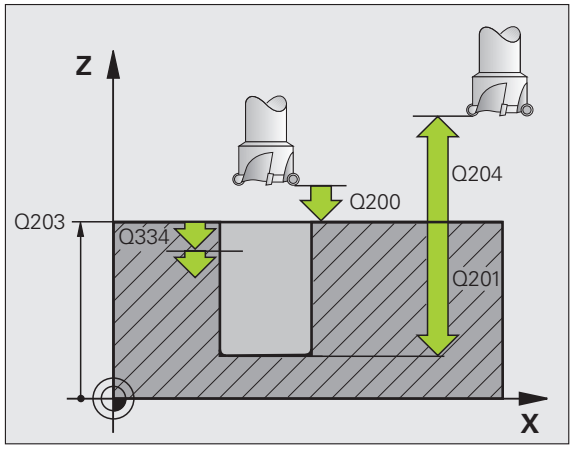
Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

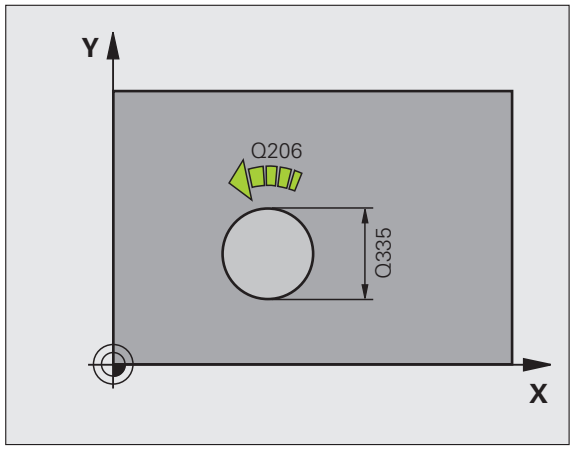
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от нижней грани инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна отверстия
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при сверлении по винтовой линии в мм/мин
- **Врезание на один виток спирали** Q334 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз врезается по прирали (=360I)

Учтите, что при слишком большом врезании можно повредить как инструмент, так и заготовку.

Чтобы избежать ввода слишком большой величины параметра врезания, следует ввести в графу **ANGLE** таблицы инструментов максимальное значение угла врезания инструмента (смотри „Параметры инструмента”, страница 120). Тогда система ЧПУ автоматически рассчитает максимально допустимое врезание и, при необходимости, будет изменять вводимое значение.

- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Заданный диаметр** Q335 (абсолютный): диаметр отверстия. Если внутренний диаметр отверстия задан равным диаметру инструмента, система ЧПУ производит сверление без интерполяции винтовых линий сразу на заданную глубину.
- **Предварительно рассверленный диаметр** Q342 (абсолютный): как только в Q342 вводится значение больше 0, система ЧПУ прекращает проверять соотношение заданного значения диаметра и диаметра инструмента. Таким образом, можно фрезеровать отверстия с диаметром более чем в два раза превышающим диаметр инструмента.
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием с M3
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование





Пример: NC-кадры

```
12 CYCL DEF 208 СВЕРЛЕНИЕ И
ФРЕЗЕРОВАНИЕ
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=-80  ;ГЛУБИНА
      Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q334=1,5  ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q203=+100 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q335=25   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q342=0    ;ДИАМЕТР ЧЕРНОВОГО
                 СВЕРЛА
      Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, с компенсатором НОВИНКА (цикл 206)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки
2 Система ЧПУ производит перемещение на глубину сверления за один рабочий ход
3 После этого направление вращения шпинделя изменяется, и инструмент после выдержки отводится на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с FMAX
4 На безопасном расстоянии направление вращения шпинделя снова меняется

Внимательно прочтите перед тем, как начать программирование

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, ЧПУ не выполняет цикл.

Инструмент должен быть закреплен в линейном компенсаторе. Линейный компенсатор компенсирует допуски подачи и частоты вращения во время обработки.

Во время отработки цикла потенциометр скорости вращения неактивен. Активность потенциометра скорости подачи ограничена (установка фирмы-изготовителя, внимательно прочитайте инструкцию по обслуживанию станка).

Для правой резьбы шпиндель активируется при помощи M3, для левой резьбы при помощи M4.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

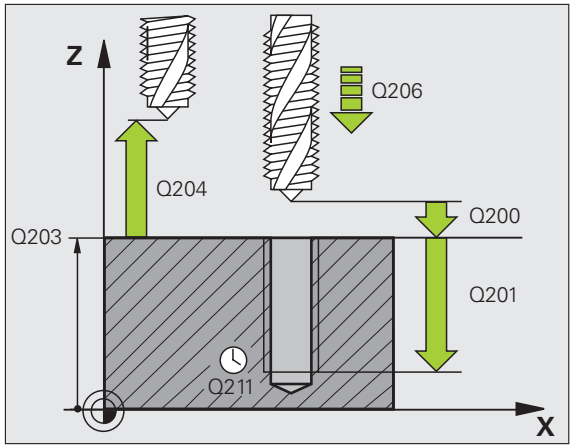
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (стартовая позиция) – до поверхности заготовки; ориентировочное значение: 4x шаг резьбы
- **Глубина сверления** Q201 (длина резьбы, инкрементально): расстояние от поверхности заготовки – до конца резьбы
- **Скорость подачи F** Q206: скорость перемещения инструмента при нарезании внутренней резьбы
- **Время выдержки внизу** Q211: введите значение между 0 и 0,5 секунды, чтобы избежать заклинивания инструмента во время обратного хода
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)

Установите скорость подачи: F = S x p

F: скорость подачи мм/мин)
S: скорость вращения шпинделя (об/мин)
p: шаг резьбы (мм)

Выход из материала при прерывании программы

Если во время нарезания внутренней резьбы нажать внешнюю клавишу Стоп, система ЧПУ отобразит клавишу Softkey, нажав которую, можно вывести инструмент из материала.



Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 206 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ
МЕТЧИКОМ, НОВИНКА
     Q200=2     ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
     Q201=-20   ;ГЛУБИНА
     Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
     Q211=0.25  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
     Q203=+25   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
     Q204=50    ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
```

НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ без компенсатора GS, НОВИНКА (цикл 207)

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

Система ЧПУ нарезает резьбу либо за один, либо за несколько рабочих ходов без линейного компенсатора.

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки
2 Система ЧПУ производит перемещение на глубину сверления за один рабочий ход
3 После этого направление вращения шпинделя изменяется, и инструмент после выдержки отводится на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с FMAX
4 На безопасном расстоянии ЧПУ возвращается к тем установкам шпинделя, которые были активны до вызова цикла.

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед параметром "Глубина" сверления определяет направление работы.

Система ЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от скорости вращения. Если во время нарезания внутренней резьбы при помощи потенциометра изменяется скорость подачи, ЧПУ автоматически согласует число оборотов.

Потенциометр корректировки числа оборотов неактивен.

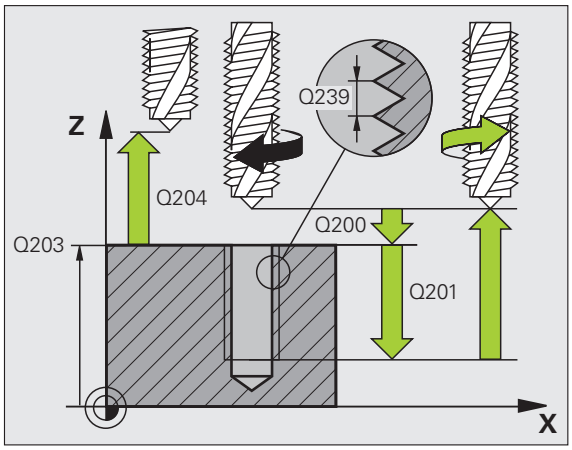
ЧПУ возвращается к тем установкам шпинделя, которые были активны до вызова цикла. При необходимости шпиндель отключается в конце цикла. Включите шпиндель до начала следующей обработки при помощи M3 (или M4).

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (стартовая позиция) – до поверхности заготовки
- **Глубина сверления** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до конца резьбы
- **Шаг резьбы** Q239
  Шаг резьбы. Знак +/- перед значением задает правую или левую резьбу:
  += правая резьба
  –= левая резьба
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)



Выход из материала при прерывании программы

Если в процессе нарезания внешней резьбы нажать внешнюю клавишу Стоп, система ЧПУ отобразит клавишу Softkey ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА ВРУЧНУЮ . Если нажать ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА ВРУЧНУЮ, можно вывести инструмент из материала, управляя им. Для этого следует нажать клавишу положительного направления активной оси шпинделя.

Пример: NC-кадры

```
26 CYCL DEF 207 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ
МЕТЧИКОМ GS, НОВИНКА
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=-20  ;ГЛУБИНА
      Q239=+1   ;ШАГ РЕЗЬБЫ
      Q203=+25  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
```

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ (цикл 209)

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены к этому фирмой-изготовителем.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

Система ЧПУ нарезает резьбу за несколько врезаний на заданную глубину. При помощи параметра можно задать полный или неполный вывод инструмента из высверленного отверстия при ломке стружки.

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки и производит там угловую ориентацию шпинделя
2. Инструмент перемещается на заданную глубину врезания, изменяет направление вращения шпинделя и передвигается, в зависимости от определения, на определенное расстояние назад или выводится из высверленного отверстия для того, чтобы можно было удалить стружку. Если определен коэффициент увеличения частоты вращения, ЧПУ выходит из отверстия с более высокой скоростью вращения шпинделя.
3. Затем направление вращения шпинделя изменяется и шпиндель подводится к следующей точке врезания
4. ЧПУ повторяет эту операцию (от 2 до 3 раз) до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина резьбы
5. Затем инструмент отводится на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с FMAX
6. На безопасном расстоянии ЧПУ останавливает шпиндель

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина резьбы" определяет направление обработки.

Система ЧПУ рассчитывает скорость подачи в зависимости от скорости вращения. Если во время нарезания внутренней резьбы при помощи потенциометра изменяется скорость подачи, ЧПУ автоматически согласует число оборотов.

Потенциометр корректировки числа оборотов неактивен.

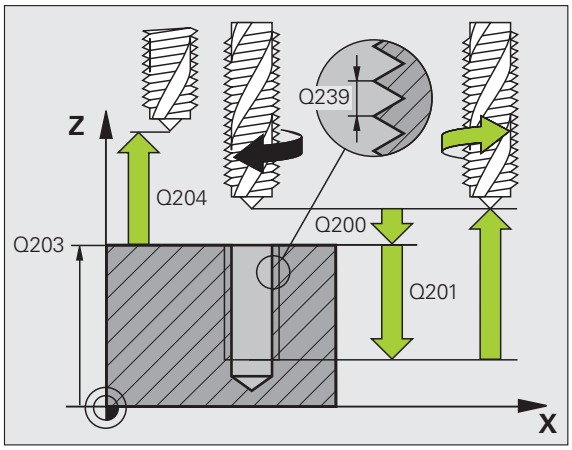
В конце цикла шпиндель перестает вращаться. Перед началом следующей обработки снова включите шпиндель при помощи M3 (или M4).

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (стартовая позиция) – до поверхности заготовки
- **Глубина сверления** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до конца резьбы
- **Шаг резьбы** Q239
  Шаг резьбы. Знак +/- перед значением задает правую или левую резьбу:
  += правая резьба
  –= левая резьба
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Глубина сверления до ломки стружки** Q257 (в инкрементах): врезание, после которого ЧПУ производит ломку стружки.



- **Обратный ход при ломке стружки** Q256: система ЧПУ умножает уклон Q239 на введенное значение и перемещает инструмент при ломке стружки назад на данное рассчитанное значение. Если вводится значение Q256 = 0, ЧПУ полностью выходит из высверленного отверстия для того, чтобы можно было удалить стружку (на безопасное расстояние)
- **Угол для ориентации шпинделя** Q336 (абсолютный): угол, на который система ЧПУ позиционирует инструмент перед процессом нарезания внешней резьбы. Таким образом, можно при необходимости выполнить дополнительное резьбонарезание
- **Коэффициент изменения скорости вращения во время обратного хода** Q403: коэффициент, на который система ЧПУ увеличивает скорость вращения шпинделя и при этом подачу возврата при выходе из отверстия. Диапазон ввода от 0,0001 до 10

Следите за тем, чтобы при использовании коэффициента изменения скорости вращения для обратного хода не произошло смены ступени передачи. Система ЧПУ при необходимости ограничивает скорость вращения так, что обратный ход производится на активной ступени передач.

Выход из материала при прерывании программы

Если в процессе нарезания внешней резьбы нажать внешнюю клавишу Стоп, система ЧПУ отобразит клавишу Softkey ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА ВРУЧНУЮ . Если нажать ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА ВРУЧНУЮ, можно вывести инструмент из материала, управляя им. Для этого следует нажать клавишу положительного направления активной оси шпинделя.

Пример: NC-кадры

```
26 CYCL DEF 209 НАР. РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ
С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q239=+1   ;ШАГ РЕЗЬБЫ
    Q203=+25  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q257=5    ;ГЛУБИНА СВЕРЛ. ЛОМКА
               СТРУЖКИ
    Q256=+25  ;ОБРАТНЫЙ ХОД ПРИ ЛОМКЕ
               СТРУЖКИ
    Q336=50   ;УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
    Q403=1.5  ;КОЭФФ. СКОРОСТИ
               ВРАЩЕНИЯ
```

Основные положения по фрезерованию резьбы

Условия

- Станок должен быть оснащен системой внутреннего охлаждения шпинделя (подача СОЖ мин. 30 бар, сжатый воздух мин. 6 бар)
- Так как при резьбофрезеровании, как правило, возникают искажения профиля резьбы, требуется особая коррекция, значения для которой можно найти в каталоге инструментов или запросить у фирмы-изготовителя станка. Коррекция осуществляется в TOOL CALL при помощи значения дельта-радиус DR
- Циклы 262, 263, 264 и 267 применяются только с инструментами правого вращения. Для цикла 265 можно использовать инструменты правого и левого вращения
- Направление обработки определяется, исходя из следующих параметров ввода: знак числа шага резьбы Q239 (+ = правая резьба /– = левая резьба) и вида фрезерования Q351 (+1 = попутное /–1 = встречное). В следующей таблице видна связь между параметрами ввода для инструментов правого вращения.

Внутренняя резьба	Шаг резьбы	Вид фрезерования	Направление обработки
правая	+	+1(RL)	Z+
левая	–	–1(RR)	Z+
правая	+	–1(RR)	Z–
левая	–	+1(RL)	Z–

Внешняя резьба	Шаг резьбы	Вид фрезерования	Направление обработки
правая	+	+1(RL)	Z–
левая	–	–1(RR)	Z–
правая	+	–1(RR)	Z+
левая	–	+1(RL)	Z+

Опасность столкновения!

Для подачи на глубину всегда вводите один и тот же знак перед значением, так как циклы содержат несколько независимых друг от друга операций. Приоритетность того или иного направления обработки описывается в соответствующем цикле. Если Вы хотите, например, повторить цикл исключительно с зенкерованием, следует ввести значение 0 для глубины резьбы; направление обработки будет определено глубиной зенкерования.

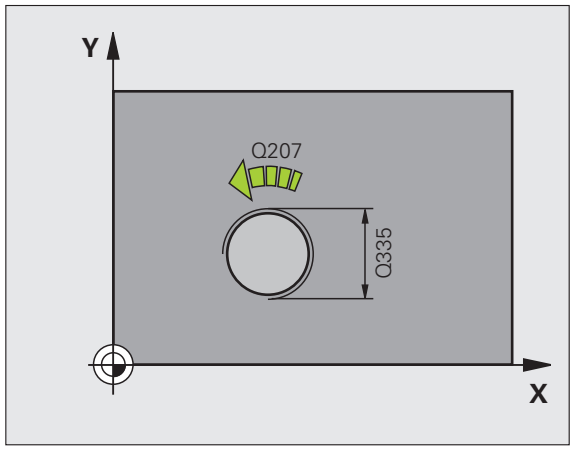
Порядок действий в случае поломки инструмента!

Если в процессе нарезания внешней резьбы произойдет поломка инструмента, следует остановить выполнение программы, сменить режим работы на режим "Позиционирование с ручным вводом данных" и переместить инструмент линейным движением в центр отверстия. Затем можно вывести инструмент из материала по оси врезания и заменить его.

Для ЧПУ при резьбофрезеровании точкой отсчета запрограммированной подачи служит режущая кромка инструмента. Но так как система ЧПУ отображает подачу в привязке к траектории центра инструмента, отображаемое значение не совпадает с запрограммированным.

Направление резьбы изменяется, если цикл фрезерования резьбы вместе с циклом 8 ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ выполняется только на одной оси.

РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 262)



1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

2 Инструмент на запрограммированной подаче предварительного позиционирования перемещается на уровень начала резьбы, определяемый знаком значения шага резьбы, видом фрезерования и количеством проходов при винтовой интерполяции

3 Затем инструмент, двигаясь по спирали, доходит по касательной до диаметра резьбы. Для того, чтобы траектория резьбы при этом начиналась в запрограммированной плоскости начала обработки, инструмент перед началом подвода по спиральной траектории совершает еще одно компенсационное перемещение по своей оси.

4 В зависимости от параметра "Число ниток" инструмент фрезерует резьбу за одно или несколько смещенных спиральных движений или же за одно непрерывное спиральное движение

5 Затем инструмент возвращается по касательной от контура к точке старта в плоскости обработки

6 В конце цикла ЧПУ на ускоренном ходу перемещает инструмент на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до начала программирования

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Направление обработки определяется знаком, стоящим перед параметром цикла "Глубина резьбы". Если запрограммировано, что параметр "Глубина резьбы" = 0, то ЧПУ не выполняет цикл.

Подвод к диаметру резьбы осуществляется движением в форме полукруга, начиная с центра. Если значение, получаемое при умножении диаметра инструмента на 4 шага резьбы, меньше, чем диаметр резьбы, то выполняется предварительное боковое позиционирование.

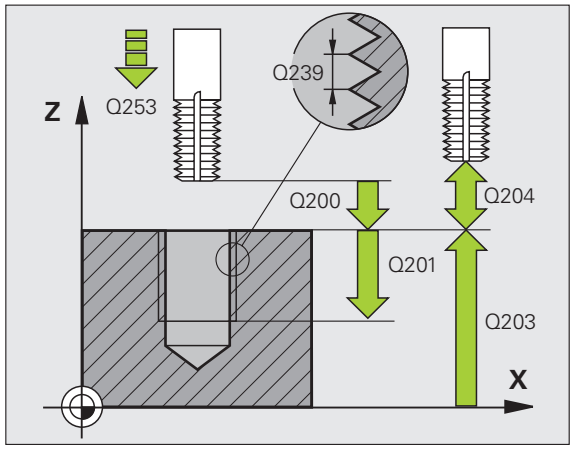
Следует учесть, что ЧПУ перед подводом выполняет выравнивающее движение по оси инструментов. Размер выравнивающего движения зависит от шага резьбы. В высверленном отверстии должно быть достаточно места!

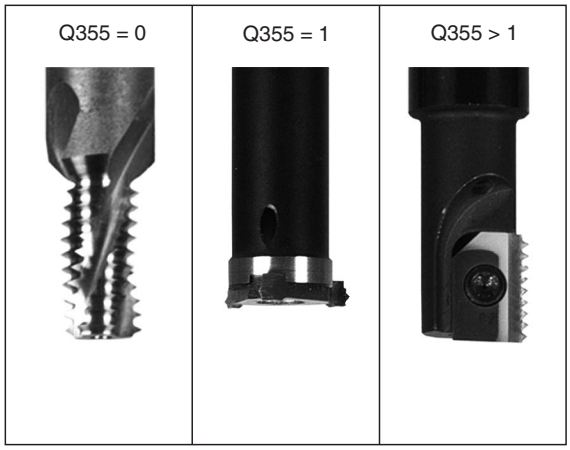
При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Знак +/- перед значением задает правую или левую резьбу:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия, в котором выполняется резьба
- **Число ниток** Q355: количество витков резьбы, на которое смещается инструмент (см. рисунок справа внизу):
  0 = 360° спиральная линия на глубину резьбы
  1 = непрерывная спиральная линия по всей длине резьбы
  >1 = несколько спиральных проходов с подводом и отводом, между которыми система ЧПУ смещает инструмент на величину, полученную при умножении количества витков резьбы Q355 на величину шага резьбы
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M03
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин





Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 262 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
    Q335=10   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q239=+1.5 ;ШАГ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
    Q355=0    ;ЧИСЛО НИТОК
    Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХ.
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ (цикл 263)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

Зенкерование

2 Инструмент со скоростью подачи предварительного позиционирования перемещается на глубину зенкерования минус безопасное расстояние, а затем со скоростью подачи зенкерования на глубину зенкерования

3 Если задано безопасное расстояние, система ЧПУ позиционирует инструмент на глубину зенкерования на подаче предварительного позиционирования

4 Затем в зависимости от наличия места ЧПУ либо выводит инструмент из центра, либо, выполняя предварительное позиционирование в боковом направлении, совершает плавный подвод к диаметру рассверленного под резьбу отверстия и выполняет вращательное движение

Зенкерование с торцевой стороны

5 При подаче предварительного позиционирования инструмент перемещается на глубину зенкерования с торцевой стороны

6 Описывая полукруг, инструмент без коррекции перемещается из центра на величину смещения по торцевой стороне, выполняя вращение с подачей зенкерования

7 Затем, описывая полукруг, инструмент снова возвращается в положение по центру отверстия

Резьбофрезерование

8 Инструмент с запрограммированной скоростью предварительного позиционирования подается в плоскость начала обработки резьбы, определяемую по знаку шага резьбы и виду фрезерования

9 Затем двигающийся по спирали инструмент по касательной подходит к диаметру резьбы и фрезерует резьбу, совершая полный оборот по винтовой линии

10 После чего инструмент по касательной возвращается от контура к точке старта в плоскости обработки

11 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасное расстояние или, если оно задано, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до начала программирования

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знаки параметров цикла "Глубина резьбы", "Глубина зенкерования" и "Глубина с торцевой стороны" определяют направление обработки. При определении направления обработки параметры задаются в следующей последовательности:
1. Глубина резьбы
2. Глубина зенкерования
3. Глубина с торцевой стороны

Если какой-либо из параметров глубины вводится с нулевым значением, то соответствующая ему операция не выполняется.

Если следует зенкеровать с торцевой стороны, то параметр "Глубина зенкерования" нужно задать равным 0.

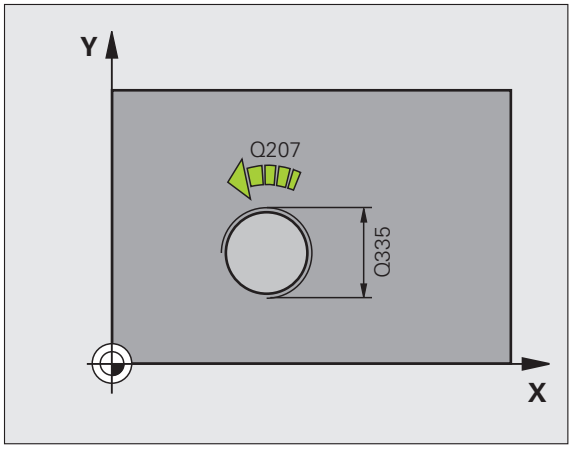
Параметр "глубина резьбы" следует задать на как минимум треть шага резьбы меньше значения параметра "глубина зенкерования".

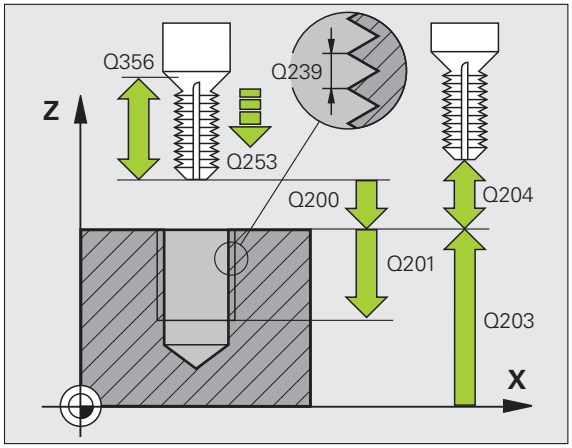
При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

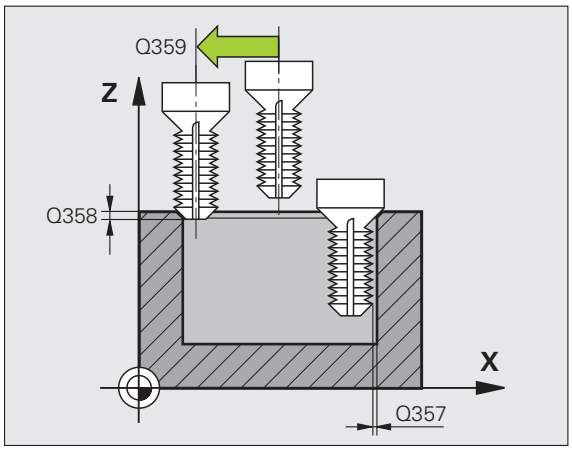
Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия, на стенках которого будет выполняться резьба
- **Глубина зенкерования** Q356: (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M03
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки
- **Безопасное расстояние сбоку** Q357 (в инкрементах): расстояние от режущей кромки инструмента до стенки отверстия
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны
- **Смещение зенкерования по торцевой стороне** Q359 (в инкрементах): расстояние, на которое ЧПУ смещает центр инструмента относительно центра отверстия







- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость перемещения инструмента при зенкеровании в мм/мин
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин

Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 263 РЕЗЬБОФРЕЗЕР. И ЗЕНК.
      Q335=10   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q239=+1.5;ШАГ
      Q201=-16  ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
      Q356=-20  ;ГЛУБИНА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
      Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
      Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q357=0.2  ;БЕЗ РАССТ. СБОКУ
      Q358=+0   ;ГЛУБИНА ТОРЕЦ
      Q359=+0   ;СМЕЩЕНИЕ ТОРЕЦ
      Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q254=150  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
      Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 264)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

Сверление

2 Инструмент сверлит с введенной подачей врезания на глубину до первой глубины врезания

3 Если задана ломка стружки, система ЧПУ возвращает инструмент на заданное значение. Если работы производятся без ломки стружки, ЧПУ возвращает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние и снова перемещает с FMAX на расстояние опережения в точку, находящуюся над первой глубиной врезания

4 Затем инструмент сверлит с подачей на следующую глубину врезания

5 ЧПУ повторяет эту операцию (от 2 до 4 раз) до тех пор, пока не будет достигнута глубина сверления

Зенкерование с торцевой стороны

6 При подаче предварительного позиционирования инструмент перемещается на глубину зенкерования с торцевой стороны

7 Описывая полукруг, инструмент без коррекции перемещается из центра на величину смещения по торцевой стороне, выполняя вращение с подачей зенкерования

8 Затем по дуге ЧПУ возвращает инструмент в центр высверленного отверстия.

Резьбофрезерование

9 Инструмент с запрограммированной скоростью предварительного позиционирования подается системой ЧПУ в плоскость начала обработки резьбы, определяемую по знаку шага резьбы и виду фрезерования

10 Потом инструмент плавно перемещается по спирали к диаметру резьбы и фрезерует резьбу движением по винтовой линии на 360°

11 После чего инструмент по касательной возвращается от контура к точке старта в плоскости обработки

12 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасное расстояние или, если оно задано, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до начала программирования

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знаки (+/-) перед значением параметров цикла "Глубина резьбы", "Глубина зенкерования" и "Глубина с торцевой стороны" определяют направление обработки. При определении направления обработки параметры задаются в следующей последовательности:
1. Глубина резьбы
2. Глубина сверления
3. Глубина с торцевой стороны

Если какой-либо из параметров глубины вводится с нулевым значением, то соответствующая ему операция не выполняется.

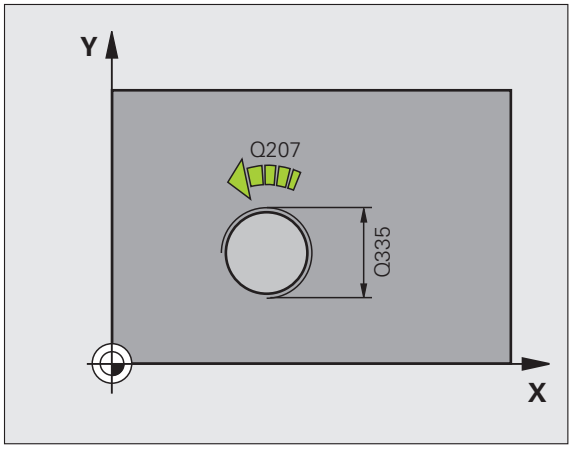
Значение параметра "глубина резьбы" должно быть как минимум на треть шага резьбы меньше значения "глубина сверления".

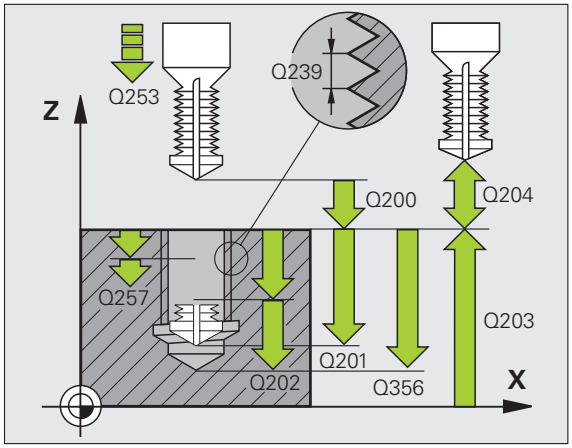
При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

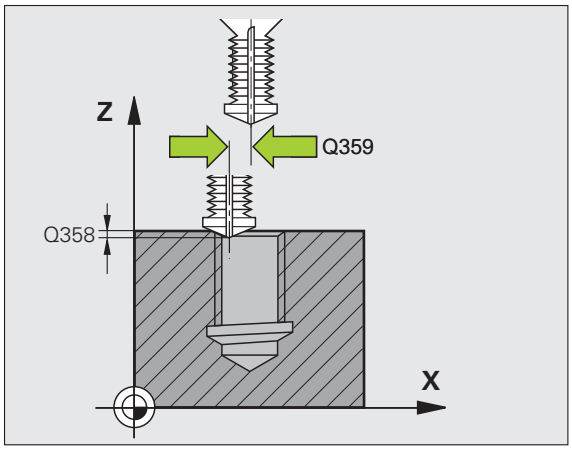
Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия, на стенках которого будет выполняться резьба
- **Глубина сверления** Q356: (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном отверстия
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M03
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. параметр "глубина" не обязательно должен быть кратен параметру "глубина врезания". Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если:
  - параметры "глубина врезания" и "глубина" идентичны
  - значение параметра "глубина врезания" больше значения параметра "глубина"
- **Расстояние опережения - сверху** Q258 (в инкрементах): безопасное расстояние для позиционирования на ускоренном ходу, когда система ЧПУ возвращает инструмент на текущую глубину врезания после вывода из отверстия
- **Глубина сверления до ломки стружки** Q257 (в инкрементах): подача на глубину, после которой ЧПУ выполняет ломка стружки. Если введен 0, ломка стружки не производится.
- **Обратный ход при ломке стружки** Q256 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны







- **Смещение зенкерования по торцевой стороне** Q359 (в инкрементах): расстояние, на которое ЧПУ смещает центр инструмента относительно центра отверстия
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при сверлении в мм/мин
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин

Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 264 СВЕРЛЕНИЕ И
РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
    Q335=10   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q239=+1.5;ШАГ
    Q201=-16  ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
    Q356=-20  ;ГЛУБИНА СВЕРЛЕНИЯ
    Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q258=0.2  ;РАССТОЯНИЕ ОПЕРЕЖЕНИЯ
    Q257=5    ;ГЛУБИНА СВЕРЛ. ЛОМКА
               СТРУЖКИ
    Q256=0.2  ;ОБРАТНЫЙ ХОД ПРИ ЛОМКЕ
               СТРУЖКИ
    Q358=+0   ;ГЛУБИНА, ТОРЕЦ
    Q359=+0   ;СМЕЩЕНИЕ, ТОРЕЦ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 265)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

Зенкерование с торцевой стороны

2 При зенкеровании инструмент перед нанесением резьбы перемещается со скоростью подачи зенкерования на глубину зенкерования с торцевой стороны. Во время выполнения зенкерования после нанесения резьбы инструмент перемещается на глубину зенкерования со скоростью подачи предварительного позиционирования

3 ЧПУ перемещает инструмент по дуге без коррекции из центра на величину смещения по торцевой стороне, выполняя вращение с подачей зенкерования

4 Затем по дуге ЧПУ возвращает инструмент в центр высверленного отверстия.

Резьбофрезерование

5 Инструмент с запрограммированной скоростью предварительного позиционирования подается в плоскость начала обработки резьбы

6 Затем инструмент, двигаясь по спирали, по касательной подходит к диаметру резьбы

7 Двигающийся по непрерывной винтовой линии инструмент перемещается вниз до тех пор, пока не достигнет заданной глубины резьбы

8 После чего инструмент по касательной возвращается от контура к точке старта в плоскости обработки

9 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасное расстояние или, если она задана, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до начала программирования

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Знаки (+/-) перед значением параметров циклов "Глубина резьбы "или "Глубина с торцевой стороны" определяют направление обработки. При определении направления обработки параметры задаются в следующей последовательности:
1. Глубина резьбы
2. Глубина с торцевой стороны

Если какой-либо из параметров глубины вводится с нулевым значением, то соответствующая ему операция не выполняется.

Если изменяется глубина резьбы, ЧПУ автоматически изменяет точку старта спирального движения.

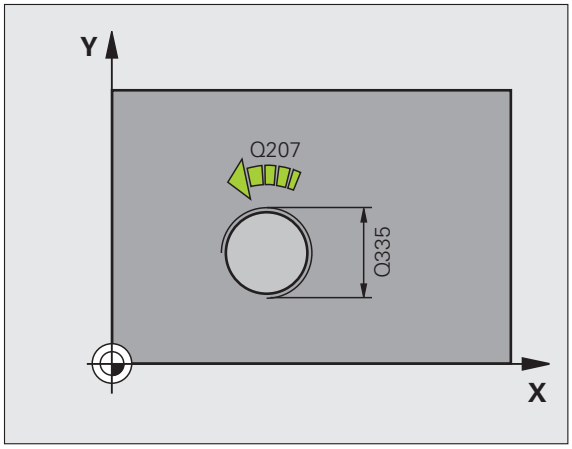
Вид фрезерования (встречное/попутное) определяется направлением резьбы (правая/левая) и направлением вращения инструмента, так как обработка может выполняться только от поверхности заготовки внутрь заготовки.

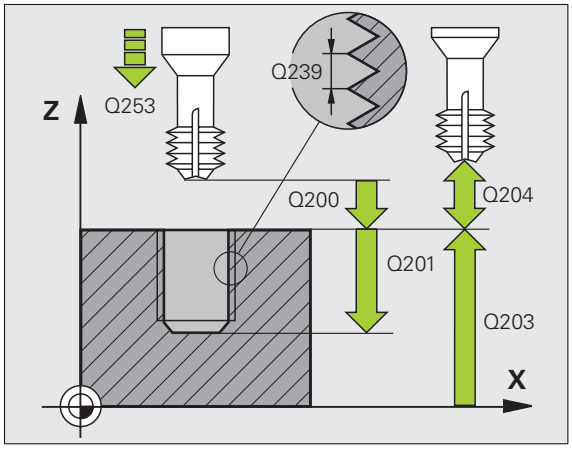
При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

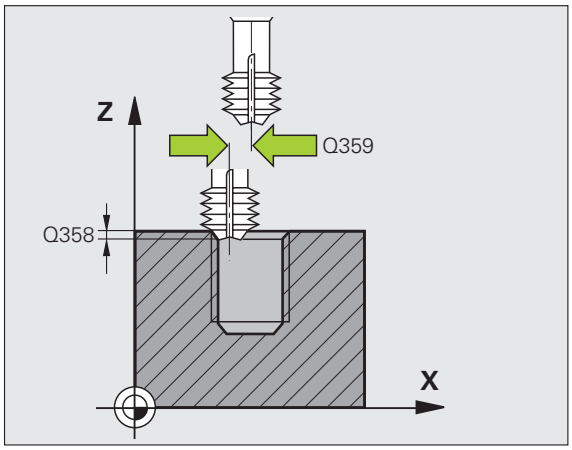
Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия, на стенках которого будет выполняться резьба
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны
- **Смещение зенкерования по торцевой стороне** Q359 (в инкрементах): расстояние, на которое система ЧПУ смещает центр инструмента относительно центра отверстия
- **Операция зенкерования** Q360: снятие фаски
  0 = перед нанесением резьбы
  1 = после нанесения резьбы
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки







- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость перемещения инструмента при зенкеровании в мм/мин
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин

Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 265 СПИР. СВЕРЛЕНИЕ И
РЕЗЬБОФРЕЗЕР.
      Q335=10   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q239=+1.5;ШАГ
      Q201=-16  ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
      Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
      Q358=+0   ;ГЛУБИНА, ТОРЕЦ
      Q359=+0   ;СМЕЩЕНИЕ, ТОРЕЦ
      Q360=0    ;ОПЕРАЦИЯ ЗЕНКЕРОВАНИЯ
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q254=150  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
      Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ (цикл 267)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

Зенкерование с торцевой стороны

2 Система ЧПУ выполняет подвод к точке старта для зенкерования с торцевой стороны, начиная движение от центра цапфы на главной оси плоскости обработки. Местоположение точки старта высчитывается из радиуса резьбы, радиуса инструмента и шага

3 При подаче предварительного позиционирования инструмент перемещается на глубину зенкерования с торцевой стороны

4 ЧПУ перемещает инструмент по дуге без коррекции из центра на величину смещения по торцевой стороне, выполняя вращение с подачей зенкерования

5 Затем ЧПУ по дуге возвращает инструмент на точку старта

Резьбофрезерование

6 ЧПУ помещает инструмент в точку старта, зенкерование с торцевой стороны до этого не проводилась. Точка старта фрезерования резьбы = точка старта зенкерования с торцевой стороны

7 Инструмент на запрограммированной подаче предварительного позиционирования перемещается на уровень начала резьбы, определяемый знаком значения шага резьбы, видом фрезерования и количеством проходов при спиральной интерполяции

8 Затем инструмент, двигаясь по спирали, по касательной подходит к диаметру резьбы

9 В зависимости от параметра "Число ниток" инструмент фрезерует резьбу за одно или несколько смещенных спиральных движений или же за одно непрерывное винтовое движение

10 После чего инструмент по касательной возвращается от контура к точке старта на плоскости обработки

11 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до начала программирования

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр цапфы) плоскости обработки с поправкой на радиус R0.

Смещение, необходимое для зенкерования с торцевой стороны, должно быть задано заранее. Следует ввести значение для отрезка от центра цапфы до центра инструмента (значение без поправки).

Знаки (+/-) перед значением параметров "Глубина резьбы" и "Глубина с торцевой стороны" определяют направление обработки. При определении направления обработки параметры задаются в следующей последовательности:
1. Глубина резьбы
2. Глубина с торцевой стороны

Если значение одного из параметров глубины равно нулю, система ЧПУ не выполняет связанную с этим параметром операцию.

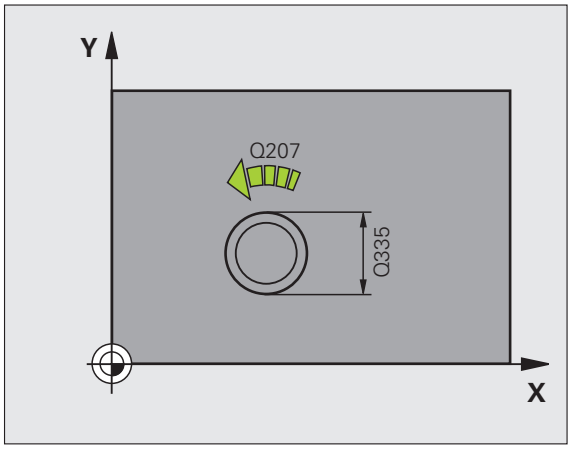
Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина резьбы" определяет направление обработки.

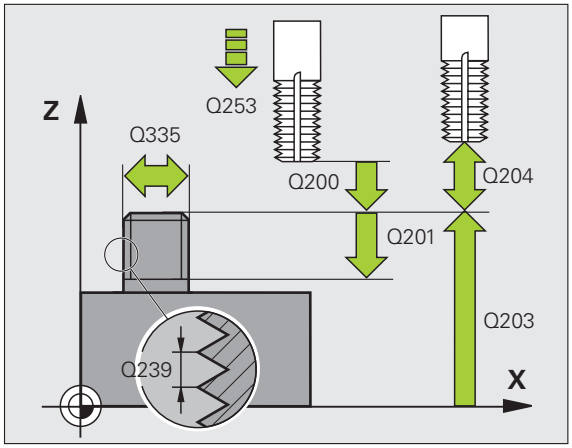
Параметр станка displayDepthErr определяет, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительной глубины.

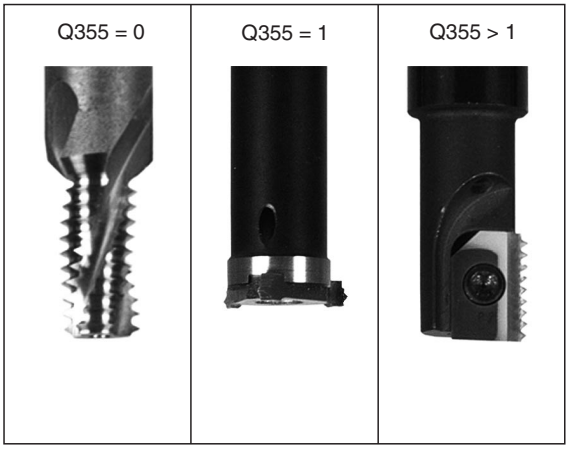
Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  += правая резьба
  – = левая резьба
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия, на стенках которого будет выполняться резьба
- **Число ниток** Q355: количество витков резьбы, на которое смещается инструмент (см. рис. справа внизу):
  0 = спиральная линия на глубину резьбы
  1 = непрерывная спиральная линия по всей длине резьбы
  >1 = несколько винтовых проходов с подводом и отводом, между которыми система ЧПУ смещает инструмент на величину, полученную при умножении количества витков резьбы Q355 на величину шага резьбы
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M03
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование





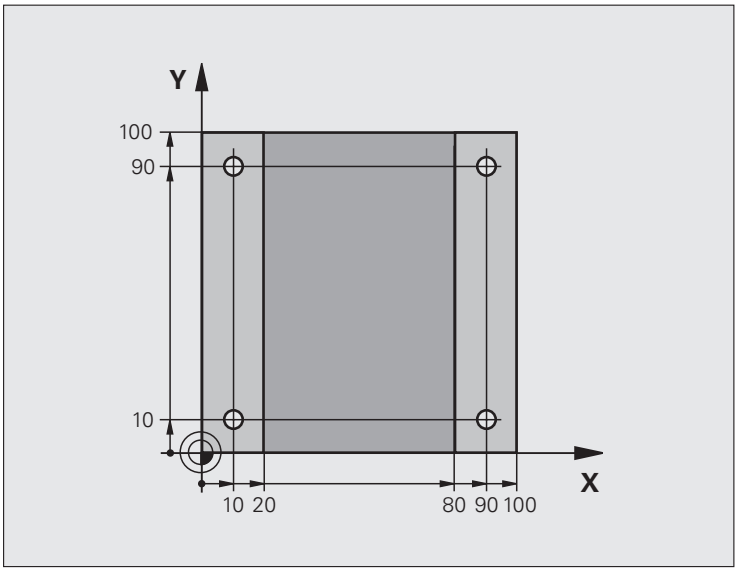


- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны
- **Смещение зенкерования с торцевой стороны** Q359 (в инкрементах): расстояние на которое ЧПУ перемещает центр инструмента от центра цапфы
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость перемещения инструмента при зенкеровании в мм/мин
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин

Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 267 ФР. ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ
      Q335=10   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q239=+1.5 ;ШАГ
      Q201=-20  ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
      Q355=0    ;ЧИСЛО НИТОК
      Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
      Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q358=+0   ;ГЛУБИНА, ТОРЕЦ
      Q359=+0   ;СМЕЩЕНИЕ, ТОРЕЦ
      Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q254=150  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
      Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

Пример: циклы сверления



0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение параметров цикла
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-15 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F-ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;F-ВРЕМЯ ВВЕРХУ	
Q203=-10 ;КООРД. ПОВЕРХ.	
Q204=20 ;2-Е БЕЗ. РАССТ.	
Q211=0,2 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	

6 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3	Подвод к высверленному отверстию 1, включить шпиндель
7 CYCL CALL	Вызов цикла
8 L Y+90 R0 FMAX M99	Подвод к высверленному отверстию 2, вызов цикла
9 L X+90 R0 FMAX M99	Подвод к высверленному отверстию 3, вызов цикла
10 L Y+10 R0 FMAX M99	Подвод к высверленному отверстию 4, вызов цикла
11 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
12 END PGM C200 MM	

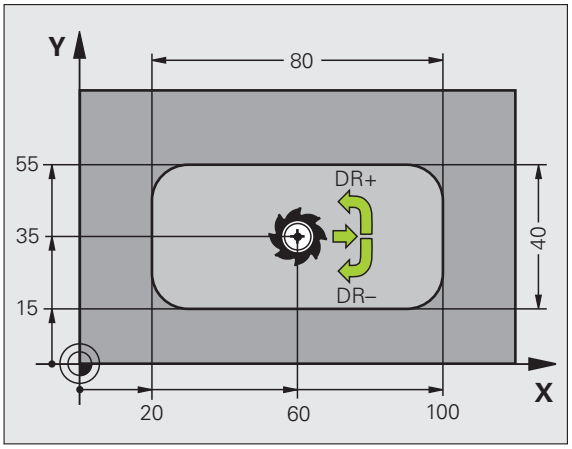
8.3 Циклы фрезерования карманов, цапф и канавок

Обзор

Цикл	Softkey	Стр.
4 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ (в форме прямоугольника) Цикл черновой обработки без автоматического предварительного позиционирования		267
212 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КАРМАНА (прямоугольной формы) чистовой цикл с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние		269
213 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФЫ (прямоугольной формы) чистовой цикл с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние		272
5 КРУГЛЫЙ КАРМАН Цикл черновой обработки без автоматического предпозиционирования		274
214 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОГО КАРМАНА Цикл чистовой обработки с автоматическим предпозиционированием, 2-е безопасное расстояние		276
215 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦИЛЛИНДРИЧЕСКОЙ ЦАПФЫ Цикл чистовой обработки с автоматическим предпозиционированием, 2-е безопасное расстояние		278
210 МАЯТНИКОВАЯ ОБРАБОТКА КАНАВКИ Цикл черновой/чистовой обработки с автоматическим предпозиционированием, маятниковым движением врезания		280
211 КРУГЛАЯ КАНАВКА Цикл черновой/чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием, выполненный маятниковым врезанием		283

ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ (цикл 4)

Циклы 1, 2, 3, 4, 5, 17, 18 находятся в группе "Особые циклы". Нажмите клавишу Softkey OLD CYCLS на второй панели Softkey.



1 Инструмент врезается в стартовой точке (центр кармана) в заготовку и перемещается на глубину врезания
2 Сначала инструмент перемещается в положительном направлении более длинной стороны, если карман квадратный - в положительном направлении Y – и выполняет чистовую обработку кармана по направлению изнутри наружу
3 Эта операция повторяется (от 1 до 2 раз) до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина
4 В конце цикла ЧПУ возвращает инструмент в точку старта

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Следует использовать фрезы, имеющие центральный торцовый зуб (стандарт DIN 844), либо произвести предворительное сверление в центре кармана.

Установите фрезу над центром кармана с поправкой на радиус R0.

Программируйте кадр позиционирования с точкой старта на оси шпинделя (безопасное расстояние над поверхностью заготовки).

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Для 2-й длины боковой части действительно следующее условие: 2-я длина боковой части больше чем [(2 x радиус скругления) + подвод со стороны k].

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

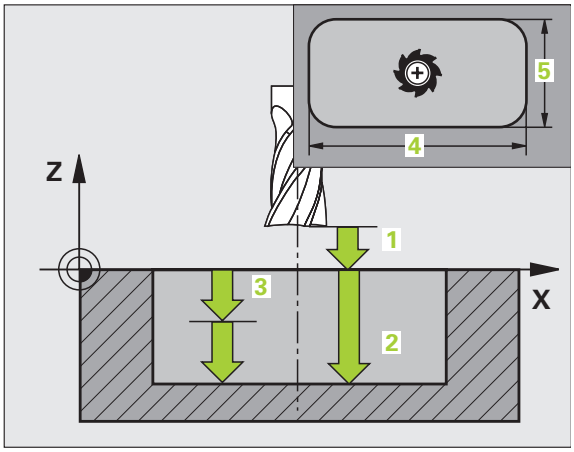
Осторожно, опасность столкновения!

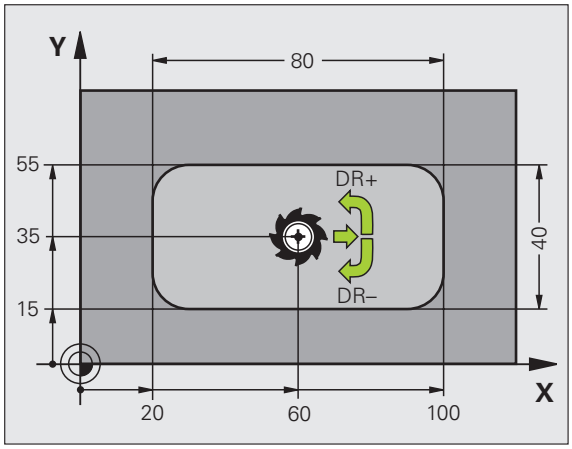
- **Безопасное расстояние** 1 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (стартовая позиция) – до поверхности заготовки
- **Глубина** 2 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна кармана
- **Глубина врезания** 3 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если:
  - параметры "глубина врезания" и "глубина" идентичны
  - значение параметра "глубина врезания" больше значения параметра "глубина"
- **Подача на врезание**: скорость перемещения инструмента при врезании
- **1-я длина боковой поверхности** 4: длина кармана, параллельно главной оси плоскости обработки
- **2-я длина боковой поверхности** 5: ширина кармана
- Скорость подачи F: скорость перемещения инструмента на плоскости обработки
- **Вращение по часовой стрелке**
  DR **+**: попутное фрезерование при M3
  DR **–**: встречное фрезерование при M3
- **Радиус закругления**: радиус для углов кармана. Для радиуса, равного нулю, радиус скругления равен радиусу инструмента

Расчеты:
врезание со стороны k = K x R

K: коэффициент перекрывания определен в параметре станка PocketOverlap

R: радиус фрезы





Пример: NC-кадры

```
11 L Z+100 R0 FMAX
12 CYCL DEF 4.0 ФРЕЗЕРОВАНИЕ
КАРМАНОВ
13 CYCL DEF 2,1 РАССТ. 2
14 CYCL DEF 4.2 ГЛУБИНА -10
15 CYCL DEF 4.3 ВРЕЗ. 4 F80
16 CYCL DEF 4.4 X80
17 CYCL DEF 4.5 Y40
18 CYCL DEF 4.6 F100 DR+ РАДИУС 10
19 L X+60 Y+35 FMAX M3
20 L Z+2 FMAX M99
```

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КАРМАНА (цикл 212)

1 Система ЧПУ автоматически перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние, а затем в центр кармана

2 Из центра кармана инструмент перемещается в точку старта в плоскости обработки. Система ЧПУ при расчете точки старта учитывает припуск и радиус инструмента. При необходимости ЧПУ делает прорезь в центре кармана.

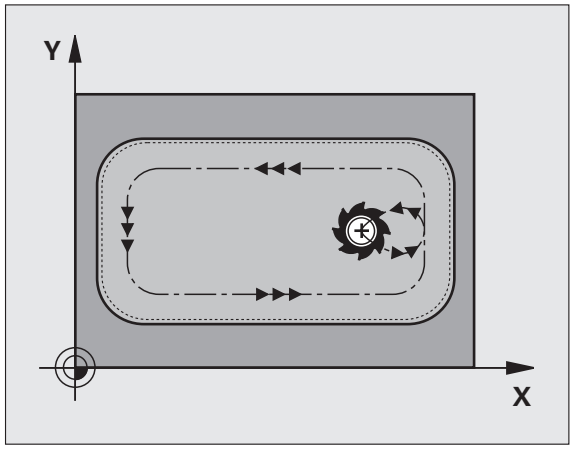
3 Если инструмент находится на 2-м безопасном расстоянии, система ЧПУ производит перемещение на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда со скоростью подачи врезания перемещается на первую глубину врезания

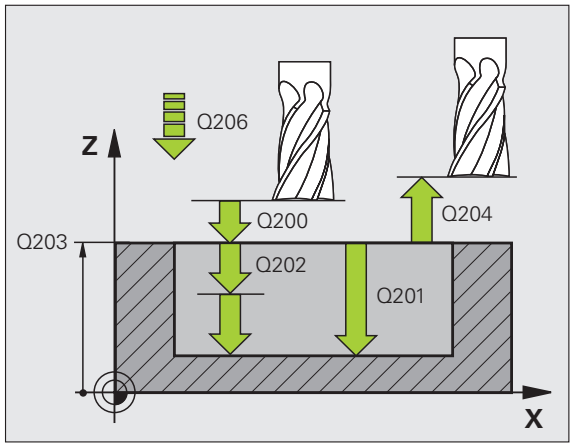
4 Затем инструмент перемещается по касательной к готовой части контура, выполняя попутное фрезерование витка.

5 После чего инструмент возвращается в точку старта на плоскости обработки по касательной к контуру.

6 Эта операция (с 3 по 5 пункт) повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина

7 В конце цикла ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние, а затем в центр кармана (конечная позиция = позиция старта)





Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

ЧПУ автоматически выполняет предварительное позиционирование инструмента на оси инструмента и на плоскости обработки.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Для выполнения чистовой обработки в сплошном материале следует использовать фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (стандарт DIN 844), и вводить небольшое значение подачи врезания.

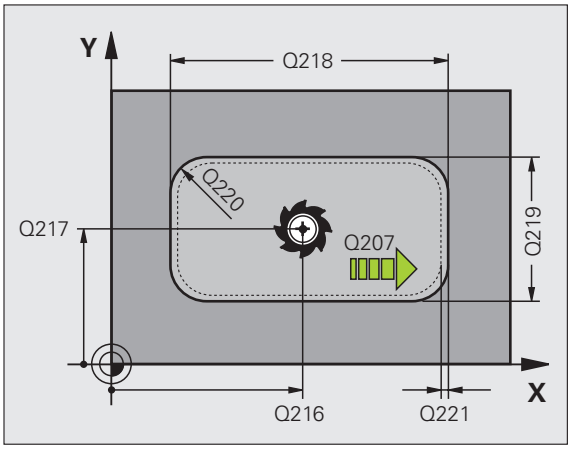
Минимальный размер кармана: радиус инструмента, умноженный на 3.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна кармана
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при передвижении на глубину в мм/мин. Если происходит погружение в материал, следует ввести значение, которое будет меньше, чем значение, заданное параметром Q207
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0.
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр кармана на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси** Q217 (абсолютный): середина кармана на вспомогательной оси плоскости обработки
- **1-я длина боковой поверхности** Q218 (в инкрементах): длина кармана, параллельная главной оси плоскости обработки
- **2-я длина боковой поверхности** Q219 (в инкрементах): длина кармана, параллельная вспомогательной оси плоскости обработки
- **Радиус угла** Q220: радиус угла кармана. Если значение не задано, ЧПУ присваивает радиусу углов значение, равное радиусу инструмента
- **Припуск 1-й оси** Q221 (в инкрементах): припуск для расчета предварительной позиции на главной оси плоскости обработки, в соотношении с длиной кармана



Пример: NC-кадры

```
354 CYCL DEF 212 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
КАРМАНА
      Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q201=-20  ;ГЛУБИНА
      Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
                 РАССТОЯНИЕ
      Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
      Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
      Q218=80   ;1-Я ДЛИНА БОК.
                 ПОВЕРХНОСТИ
      Q219=60   ;2-Я ДЛИНА БОКОВОЙ
                 ПОВЕРХНОСТИ
      Q220=5    ;РАДИУС УГЛА
      Q221=0    ;ПРИПУСК
```

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФ (цикл 213)

1 Система ЧПУ перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние, а затем к центру цапфы

2 Из центра цапфы инструмент по плоскости обработки перемещается в точку старта обработки. Точка старта находится на расстоянии, приблизительно равном 3,5R (радиуса) инструмента, справа от цапфы

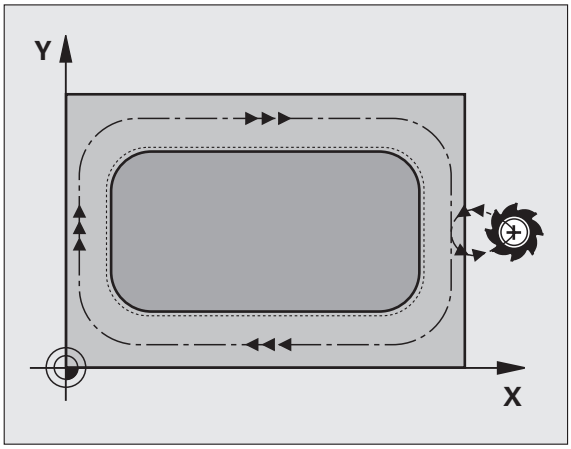
3 Если инструмент находится на 2-м безопасном расстоянии, ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда с подачей врезания - на первую глубину врезания

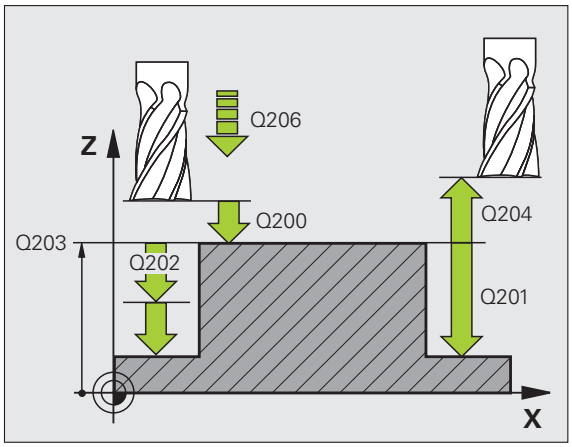
4 Затем инструмент перемещается по касательной к готовой части контура, выполняя попутное фрезерование витка.

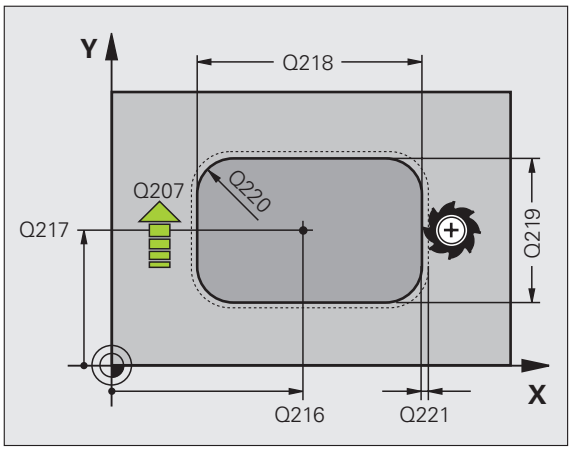
5 После чего инструмент возвращается в точку старта на плоскости обработки по касательной к контуру.

6 Эта операция (с 3 по 5 пункт) повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина

7 В конце цикла ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние и затем к центру цапфы (конечная позиция = позиция старта)







Внимательно прочитайте до начала программирования

ЧПУ автоматически выполняет предварительное позиционирование инструмента на оси инструмента и на плоскости обработки.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Для выполнения чистовой обработки в сплошном материале следует использовать фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (стандарт DIN 844) и ввести небольшое значение для подачи на глубину. В таком случае следует задать небольшое значение подачи врезания.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна цапфы
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при передвижении на глубину в мм/мин. Если происходит погружение в материал, следует ввести меньшее значение, если происходит выход из материала, следует ввести большее значение.
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Введите значение больше 0
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр цапфы на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси** Q217 (абсолютный): центр цапфы на вспомогательной оси плоскости обработки
- **1-я длина боковой поверхности** Q218 (в инкрементах): длина цапфы, параллельная главной оси плоскости обработки
- **2-я длина боковой поверхности** Q219 (в инкрементах): длина цапфы, параллельная вспомогательной оси плоскости обработки
- **Радиус угла** Q220: радиус угла цапфы.
- **Припуск 1-й оси** Q221 (в инкрементах): припуск для расчета предварительной позиции на главной оси плоскости обработки, соотнесенный с длиной цапфы

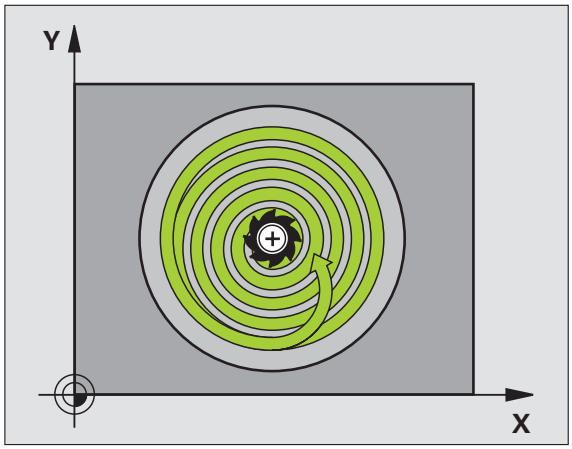
Пример: NC-кадры

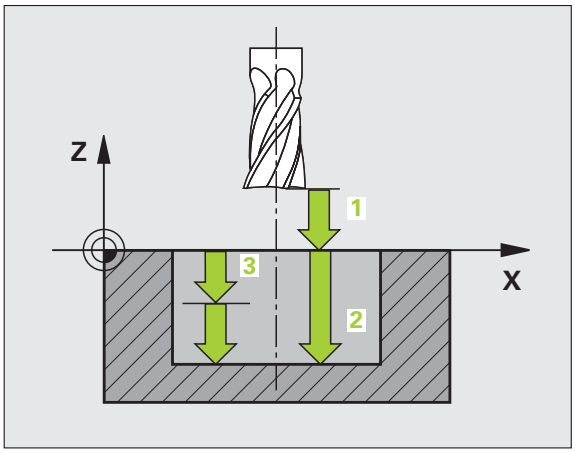
```
35 CYCL DEF 213 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
ЦАПФЫ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q291=-20  ;ГЛУБИНА
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q294=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
    Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
    Q218=80   ;1-Я ДЛИНА БОК.
               ПОВЕРХНОСТИ
    Q219=60   ;2-Я ДЛИНА БОКОВОЙ
               ПОВЕРХНОСТИ
    Q220=5    ;РАДИУС УГЛА
    Q221=0    ;ПРИПУСК
```

КРУГЛЫЙ КАРМАН (цикл 5)

Циклы 1, 2, 3, 4, 5, 17, 18 находятся в группе "Особые циклы". Нажмите клавишу Softkey OLD CYCLS на второй панели Softkey.

1. Инструмент врезается в стартовой точке (центр кармана) в заготовку и перемещается на глубину врезания
2. Затем инструмент передвигается со скоростью подачи F по указанной на рис. справа спиральной траектории; до подачи на врезание с боковой стороны k, смотри „ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ (цикл 4)", страница 267
3. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута глубина
4. В конце ЧПУ возвращает инструмент на стартовую позицию





Внимательно прочитайте до начала программирования

Следует использовать фрезы, имеющие центральный торцовый зуб (стандарт DIN 844), либо произвести предворительное сверление в центре кармана.

Установите фрезу над центром кармана с поправкой на радиус R0.

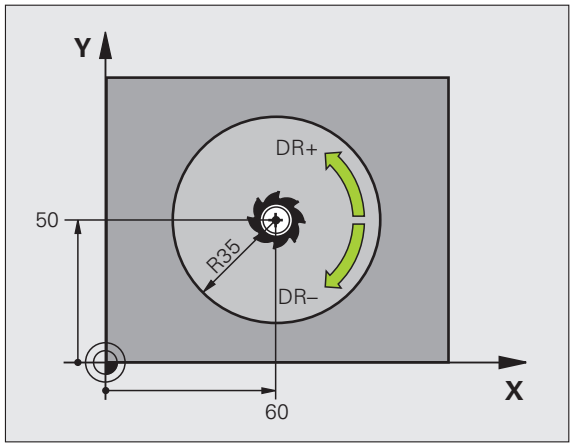
Программируйте кадр позиционирования с точкой старта на оси шпинделя (безопасное расстояние над поверхностью заготовки).

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

- **Безопасное расстояние 1** (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (стартовая позиция) – до поверхности заготовки
- **Глубина фрезерования 2**: расстояние от поверхности заготовки – до дна кармана
- **Глубина врезания 3** (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если:
  - параметры "глубина врезания" и "глубина" идентичны
  - значение параметра "глубина врезания" больше значения параметра "глубина"
- **Подача на врезание**: скорость перемещения инструмента при врезании
- **Радиус окружности**: радиус круглого кармана
- **Скорость подачи F**: скорость перемещения инструмента на плоскости обработки
- **Вращение по часовой стрелке**
  DR **+**: попутное фрезерование при M3
  DR **–**: встречное фрезерование при M3



Пример: NC-кадры

```
16 L Z+100 R0 FMAX
17 CYCL DEF 5.0 КРУГЛЫЙ КАРМАН
18 CYCL DEF 5,1 РАССТ. 2
19 CYCL DEF 5,2 ГЛУБИНА -10
20 CYCL DEF 5.3 ВРЕЗ. 6 F80
21 CYCL DEF 5.4 РАДИУС 35
22 CYCL DEF 5.5 F100 DR+
23 L X+60 Y+50 FMAX M3
24 L Z+2 FMAX M99
```

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОГО КАРМАНА (цикл 214)

1 Система ЧПУ автоматически перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние, а затем в центр кармана

2 Из центра кармана инструмент по плоскости обработки перемещается в точку старта обработки. ЧПУ при расчете точки старта учитывает диаметр полуфабриката и радиус инструмента. Если значение диаметра полуфабриката задается равным нулю, ЧПУ производит врезание в центр кармана

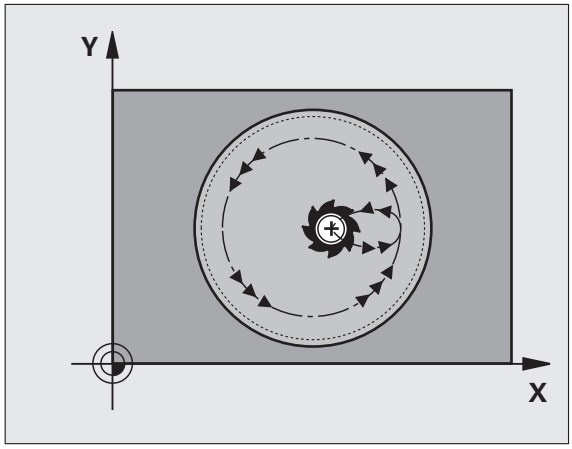
3 Если инструмент находится на 2-м безопасном расстоянии, ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда с подачей врезания - на первую глубину врезания

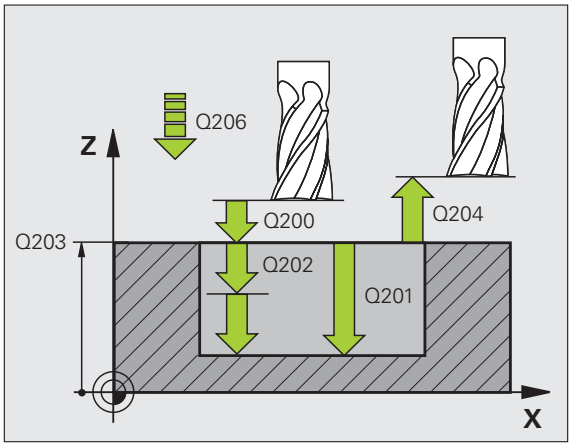
4 Затем инструмент перемещается по касательной к готовой части контура, выполняя попутное фрезерование витка.

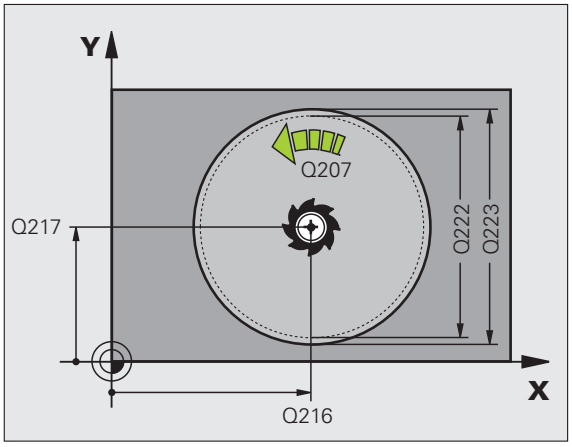
5 После чего инструмент по касательной возвращается от контура к точке старта на плоскости обработки

6 Эта операция (с 3 по 5 пункт) повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина

7 В конце цикла система ЧПУ перемещает инструмент с FMAX на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние и затем к центру кармана (конечное положение = положение старта)







Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Система ЧПУ автоматически выполняет предварительное позиционирование инструмента на оси инструмента и на плоскости обработки.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Для выполнения чистовой обработки следует использовать фрезы, имеющие центральный торцовый зуб (стандарт DIN 844) и ввести небольшое значение для подачи врезания на глубину.

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна кармана
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при передвижении на глубину в мм/мин. Если происходит погружение в материал, следует ввести значение, которое будет меньше, чем значение, заданное параметром Q207
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр кармана на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси** Q217 (абсолютный): центр кармана на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Диаметр заготовки** Q222: диаметр вчерновую обработанного кармана для расчета предварительной позиции; для диаметра заготовки задать меньшее значение, чем для диаметра готовой детали
- **Диаметр готовой детали** Q223: диаметр полностью обработанного кармана: для диаметра готовой детали следует ввести значение, превосходящее диаметр заготовки и диаметр инструмента

Пример: NC-кадры

```
42 CYCL DEF 214 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
КР. КАРМАНА
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
    Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
    Q222=79   ;ДИАМЕТР ЗАГОТОВКИ
    Q223=80   ;ДИАМЕТР ГОТ.ДЕТАЛИ
```

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦИЛЛИНДРИЧЕСКОЙ ЦАПФЫ (цикл 215)

1 Система ЧПУ автоматически перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние, а затем к центру цапфы

2 Из центра цапфы инструмент по плоскости обработки перемещается в точку старта обработки. Точка старта находится справа от цапфы, на расстоянии, примерно равном значению радиуса, умноженному на 2

3 Если инструмент находится на 2-м безопасном расстоянии, ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда с подачей врезания - на первую глубину врезания

4 Затем инструмент перемещается по касательной к готовой части контура, выполняя попутное фрезерование витка.

5 После чего инструмент возвращается в точку старта на плоскости обработки по касательной к контуру.

6 Эта операция (с 3 по 5 пункт) повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина

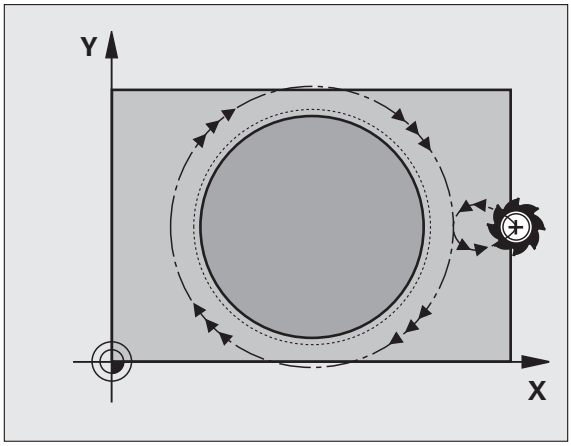
7 В конце цикла ЧПУ перемещает инструмент с FMAX на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние и затем к центру кармана (конечное положение = положение старта)

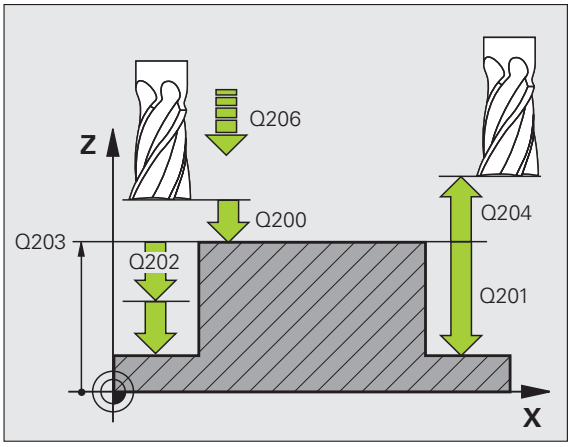
Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

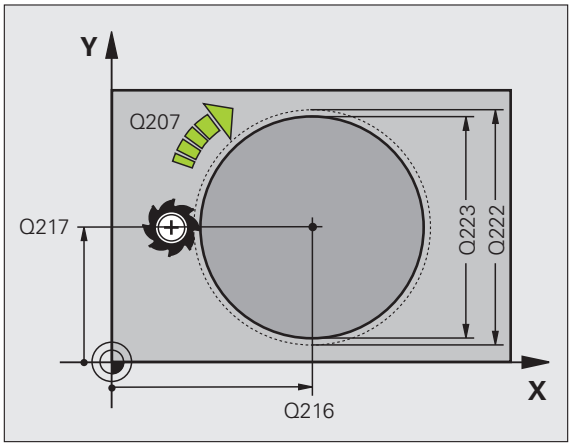
Система ЧПУ автоматически выполняет предварительное позиционирование инструмента на оси инструмента и на плоскости обработки.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Для выполнения чистовой обработки в сплошном материале следует использовать фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (стандарт DIN 844) и ввести небольшое значение для подачи на глубину. В таком случае следует задать небольшое значение для подачи врезания.







Осторожно, опасность столкновения!

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

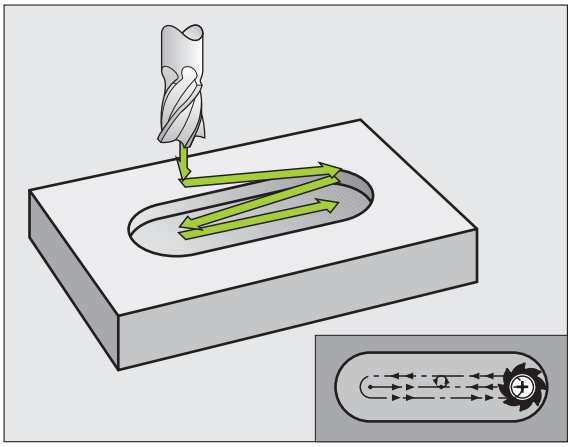
Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна цапфы
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при передвижении на глубину в мм/мин. Если происходит погружение в материал, следует ввести меньшее значение, если происходит выход из материала, следует ввести большее значение
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0.
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Центр 1-й оси Q216** (абсолютный): центр цапфы на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси Q217** (абсолютный): центр цапфы на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Диаметр заготовки** Q222: диаметр вчерновую обработанной цапфы для расчета предварительного положения; для диаметра заготовки следует ввести большее значение, чем значение диаметра готовой детали
- **Диаметр готовой детали** Q223: диаметр полностью обработанной цапфы; для диаметра готовой детали введите значение, меньшее, чем значение диаметра заготовки

Пример: NC-кадры

```
43 CYCL DEF 215 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
ЦИЛ. ЦАПФЫ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
    Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
    Q222=81   ;ДИАМЕТР ЗАГОТОВКИ
    Q223=80   ;ДИАМЕТР ГОТ. ДЕТАЛИ
```

Маятниковая обработка КАНАВКИ (цикл 210)



Черновая обработка

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу по оси шпинделя на 2-е безопасное расстояние и затем в центр левого круга; оттуда система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасное расстояние над поверхностью заготовки

2 Инструмент перемещается с подачей фрезерования к поверхности заготовки; оттуда фреза передвигается в продольном направлении канавки, с наклоном врезаясь в материал, к центру правого круга

3 Затем инструмент возвращается, продолжая врезаться в материал под наклоном, в центр левой окружности; эти шаги повторяются до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина фрезерования

4 На глубине фрезерования ЧПУ перемещает инструмент для плоского фрезерования к другому концу канавки, а затем снова в центр канавки

Чистовая обработка

5 Система ЧПУ позиционирует инструмент в центре левой окружности канавки и оттуда тангенциально в левый конец канавки, затем ЧПУ выполняет чистовую обработку контура попутным движением (при M3), и, если было задано, производит несколько врезаний

6 В конце контура инструмент перемещается – по касательной от контура – к центру левой окружности канавки

7 Затем инструмент возвращается на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и, если было задано, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Система ЧПУ автоматически выполняет предварительное позиционирование инструмента на оси инструмента и на плоскости обработки.

При черновой обработке инструмент врезается в материал маятниковым движением от одного к другому концу канавки. Поэтому, предворительное сверление не требуется.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Диаметр фрезы должен быть не больше ширины канавки и не меньше трети ширины канавки.

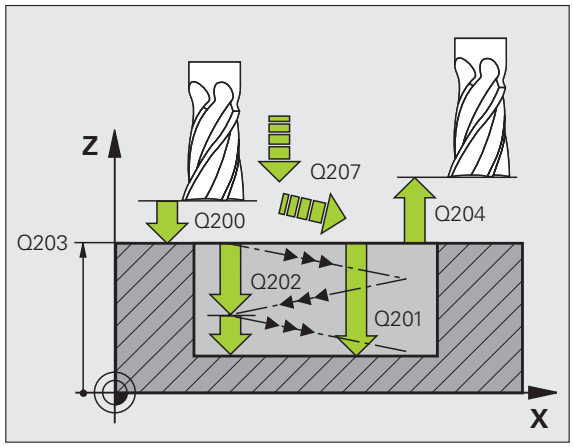
Диаметр фрезы должен быть меньше половины длины канавки: в противном случае ЧПУ не сможет произвести врезание маятниковым движением.

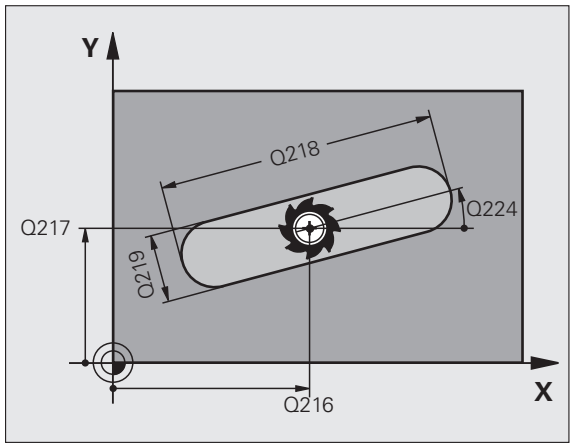
Осторожно, опасность столкновения!

При помощи машинного параметра **displayDepthErr** Вы определяете, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения для глубины.

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна канавки
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент маятниковым движением врезается по оси шпинделя
- **Объем обработки (0/1/2)** Q215: определение объема обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): Z-координата, на которой не может произойти столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр канавки на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси Q217** (абсолютный): центр канавки на вспомогательной оси плоскости обработки
- **1-я длина стороны** Q218 (значение параллельно главной оси плоскости обработки): введите значение самой длинной стороны канавки
- **2-я длина стороны** Q219 (значение параллельно вспомогательной оси плоскости обработки): введите ширину канавки; если заданное значение ширины канавки равно диаметру инструмента, ЧПУ выполняет только черновую обработку (фрезерование продольного паза)



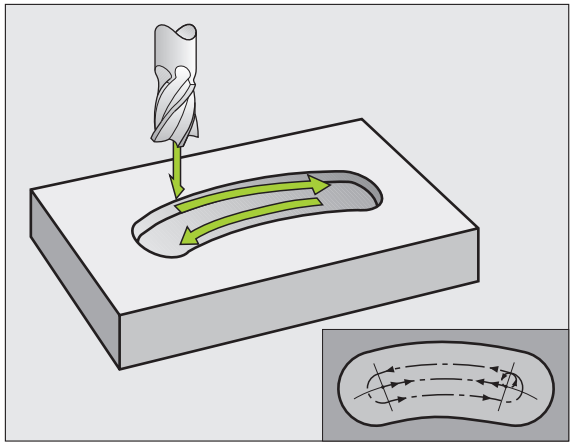


- **Угол поворота** Q224 (абсолютный): угол, на который поворачивается вся канавка; центр вращения совпадает с центром канавки
- **Подача на глубину для чистовой обработки** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при врезании в мм/мин. Действует только при чистовой обработке, если было задано врезание для чистовой обработки

Пример: NC-кадры

```
51 CYCL DEF 210 КАНАВКА -
МАЯТНИКОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q215=0    ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
    Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
    Q218=80   ;1-Я ДЛИНА БОК.
               ПОВЕРХНОСТИ
    Q219=12   ;2-Я ДЛИНА БОКОВОЙ
               ПОВЕРХНОСТИ
    Q224=+15  ;УГЛОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ
    Q338=5    ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
```

КРУГЛАЯ КАНАВКА, выполненная при врезании маятниковым движением (цикл 211)



Черновая обработка

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу по оси шпинделя на 2-е безопасное расстояние, а затем в центр правой окружности. Оттуда Система ЧПУ позиционирует инструмент на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки

2 Инструмент перемещается с подачей фрезерования к поверхности заготовки; оттуда фреза, врезаясь в материал под наклоном, перемещается к другому концу канавки

3 Затем инструмент возвращается в точку старта, врезаясь в материал под наклоном; эти шаги (со 2 по 3) повторяются до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина фрезерования

4 На глубине фрезерования ЧПУ перемещает инструмент к другому концу канавки с целью фрезерования

Чистовая обработка

5 Из центра канавки ЧПУ перемещает инструмент тангенциально к готовому контуру; затем ЧПУ выполняет чистовую обработку контура попутным движением (при M3), если было задано - с несколькими врезаниями на глубину. Точка старта чистовой обработки находится в центре правой окружности.

6 В конце контура инструмент отходит от контура тангенциально

7 Затем инструмент возвращается на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и, если было задано, на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

ЧПУ автоматически выполняет предварительное позиционирование инструмента на оси инструмента и на плоскости обработки.

При черновой обработке инструмент врезается в материал спиральным движением, производя маятниковые движения от одного конца канавки к другому концу канавки. Поэтому предворительное сверление не требуется.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Диаметр фрезы должен быть не больше ширины канавки и не меньше трети ширины канавки.

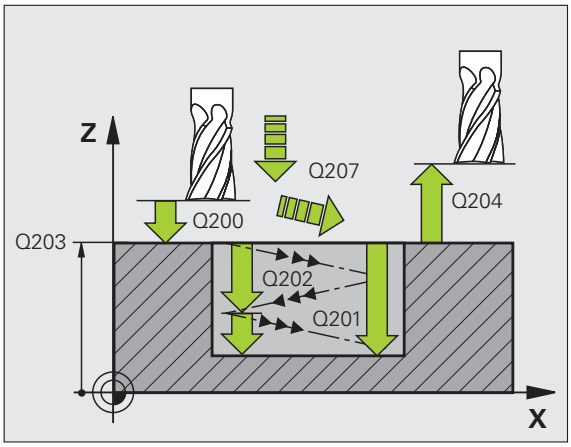
Диаметр фрезы должен быть меньше, чем половина длины канавки. В противном случае ЧПУ не сможет произвести врезание маятниковым движением.

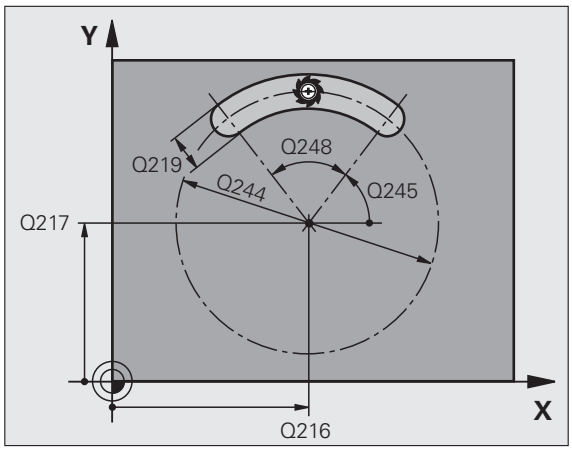
Параметр станка displayDepthErr определяет, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительной глубины.

Осторожно, опасность столкновения!

Учтите, что при **вводе положительного значения параметра "глубина"** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **под** поверхность заготовки!

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна канавки
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент маятниковым движением врезается по оси шпинделя.
- **Объем обработки** (0/1/2) Q215: определить объем обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах):
  Z-координата, в которой не может произойти столкновения инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением)
- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр канавки на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси Q217** (абсолютный): центр канавки на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Диаметр сегмента** Q244: введите диаметр сегмента
- **2-я длина боковой поверхности** Q219: введите ширину канавки; если заданная ширина канавки равна диаметру инструмента, то ЧПУ выполняет только черновую обработку (фрезерование продольного паза)
- **Стартовый угол** Q245 (абсолютный): введите полярный угол точки старта



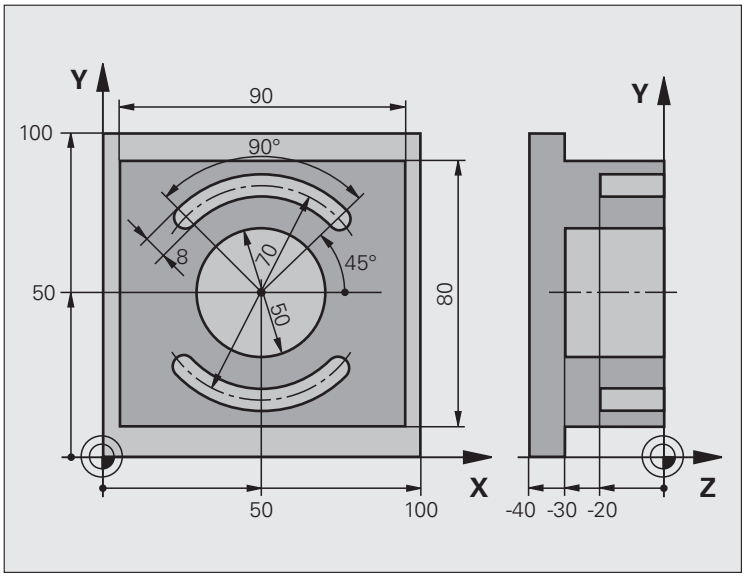


- **Угол раскрытия канавки** Q248 (в инкрементах): введите угол раскрытия канавки
- **Подача на глубину для чистовой обработки** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при врезании в мм/мин. Действует только при чистовой обработке, если было задано врезание для чистовой обработки

Пример: NC-кадры

```
52 CYCL DEF 211 КРУГЛАЯ КАНАВКА
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q215=0    ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
    Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
    Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
    Q244=80   ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА
    Q219=12   ;2-Я ДЛИНА БОКОВОЙ
               ПОВЕРХНОСТИ
    Q245=+45  ;УГОЛ СТАРТА
    Q248=90   ;(УГОЛ РАСКРЫТИЯ
    Q338=5    ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
```

Пример: фрезерование кармана, цапф и канавок



0 BEGINN PGM C210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Определение инструмента - пазовая (дисковая) фреза
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Вызов инструмента черновая/чистовая обработка
5 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала

6 CYCL DEF 213 ЧИСТ.ОБРАБОТКА ЦАПФЫ	Определение цикла "Внешняя обработка"
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-30 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F-ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q207=250 ;F-ФРЕЗЕРОВАНИЕ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХ.	
Q204=20 ;2-Е БЕЗ. РАССТ.	
Q216=+50 ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ	
Q217=+50 ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ	
Q218=90 ;1-Я ДЛИНА БОК. ПОВЕРХНОСТИ	
Q219=80 ;2-Я ДЛИНА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ	
Q220=0 ;РАДИУС УГЛА	
Q221=5 ;ПРИПУСК	
7 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Внешняя обработка"
8 CYCL DEF 5.0 КРУГЛЫЙ КАРМАН	Определение цикла "Круглый карман"
9 CYCL DEF 5.1 РАССТОЯНИЕ 2	
10 CYCL DEF 5,2 ГЛУБИНА -30	
11 CYCL DEF 5.3 ВРЕЗАНИЕ 5 F250	
12 CYCL DEF 5.4 РАДИУС 25	
13 CYCL DEF 5.5 F400 DR+	
14 L Z+2 R0 F MAX M99	Вызов цикла "Круглый карман"
15 L Z+250 R0 F MAX M6	Смена инструмента
16 TOOL CALL 2 Z S5000	Вызов инструмента - пазовая фреза
17 CYCL DEF 211 КРУГЛАЯ КАНАВКА	Определение цикла "Канавка 1"
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-20 ;ГЛУБИНА	
Q207=250 ;F ФРЕЗЕРОВАНИЕ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q215=0 ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=100 ;2-Е БЕЗ. РАССТОЯНИЕ	
Q216=+50 ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ	
Q217=+50 ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ	
Q244=80 ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА	
Q219=12 ;2-Я ДЛИНА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ	

Q245=+45 ;УГОЛ СТАРТА	
Q248=90 ;УГОЛ РАСКРЫТИЯ	
Q338=5 ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.	
Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
18 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Канавка 1"
19 FN 0: Q245 = +225	Новый угол старта для "Канавка 2"
20 CYCL CALL	Вызов цикла "Канавка 2"
21 L Z+250 R0 F MAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
22 END PGM C210 MM	

8.4 Циклы для выполнения групп отверстий

Обзор

Система ЧПУ предоставляет в распоряжение 2 цикла, при помощи которых можно выполнять группы отверстий:

Цикл	Softkey	Стр.
220 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ОКРУЖНОСТИ		290
221 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ЛИНИИ		292

Следующие циклы обработки можно комбинировать с циклами 220 и 221:

Цикл 200 СВЕРЛЕНИЕ
Цикл 201 РАЗВЕРТЫВАНИЕ
Цикл 202 РАСТОЧКА
Цикл 203 УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ
Цикл 204 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ
Цикл 205 УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ
Цикл 206 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, НОВИНКА с компенсатором
Цикл 207 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ GS, НОВИНКА без компенсатора
Цикл 208 СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 209 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ
Цикл 212 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КАРМАНА
Цикл 213 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФЫ
Цикл 214 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОГО КАРМАНА
Цикл 215 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦИЛЛИНДРИЧЕСКОЙ ЦАПФЫ
Цикл 240 ЦЕНТРОВКА
Цикл 262 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 263 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ
Цикл 264 СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 265 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 267 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ

ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ОКРУЖНОСТИ (цикл 220)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу с текущей позиции к точке старта первой обработки.

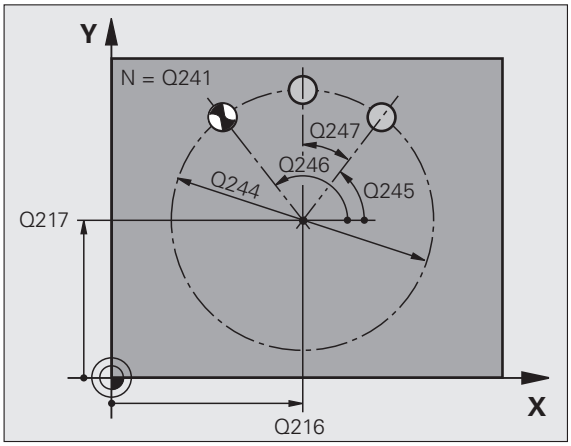
Последовательность:

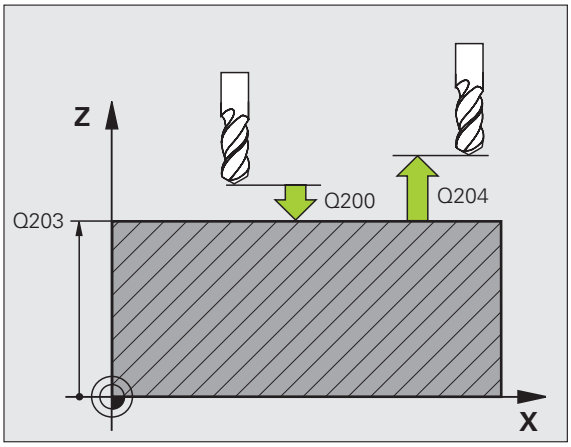
- 2. подвод на 2-е безопасное расстояние (ось шпинделя)
- подвод к точке старта на плоскости обработки
- перемещение на безопасное расстояние над поверхностью заготовки (ось шпинделя)

2 С этого положения ЧПУ выполняет цикл обработки, который был задан в последнюю очередь

3 Затем система ЧПУ позиционирует инструмент по прямой или круговой траектории в точку старта следующей обработки; инструмент при этом находится на безопасном расстоянии (или на 2-м безопасном расстоянии)

4 Эта операция (с 1 по 3 пункт) повторяется до тех пор, пока не будут выполнена вся обработка





Внимательно прочитайте до начала программирования

Цикл 220 является DEF-активным, что означает, цикл 220 автоматически вызывает цикл обработки, заданный в последнюю очередь.

Если один из циклов обработки с номером от 200 до 209, от 212 до 215, и от 261 до 265 и 267 комбинируется с циклом 220, то активны безопасное расстояние, поверхность заготовки и 2-е безопасное расстояние из цикла 220.

- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр сегмента на главной оси плоскости обработки
- **Центр 2-й оси** Q217 (абсолютный): центр сегмента на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Диаметр сегмента** Q244: диаметр сегмента
- **Угол старта** Q245 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и точкой старта первой обработки на сегменте
- **Конечный угол** Q246 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и точкой старта последней обработки на сегменте (не действует для полного круга); значение конечного угла не должно быть равным углу старта; если значение конечного угла больше значения угла старта, обработка выполняется против часовой стрелки; в противном случае обработка происходит по часовой стрелке

- **Шаг угла** Q247 (в инкрементах): угол между двумя обработками на сегменте; если шаг угла равен нулю, то ЧПУ рассчитывает шаг угла на основании значений угла старта, конечного угла и количества проходов; если введено значение для шага угла, не равное нулю, ЧПУ не принимает во внимание значение конечного угла; знак (+/-) перед значением шага угла определяет направление обработки (– = по часовой стрелке)
- **Количество проходов** Q241: количество проходов на сегменте
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента – до поверхности заготовки; введите положительное значение
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, в которой не может произойти столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления); введите положительное значение
- **Перемещение на безопасную высоту** Q301: определить, как должен перемещаться инструмент между проходами:
  0: между проходами перемещение на безопасное расстояние
  1: между проходами перемещение на 2-е безопасное расстояние
- **Вид перемещения? прямая=0/окружность=1** Q365: определить, с какой функцией траектории инструмент должен перемещаться между рабочими ходами:
  0: между рабочими ходами перемещение по прямой
  1: между рабочими ходами перемещение по радиусу сегмента круговым движением

Пример: NC-кадры

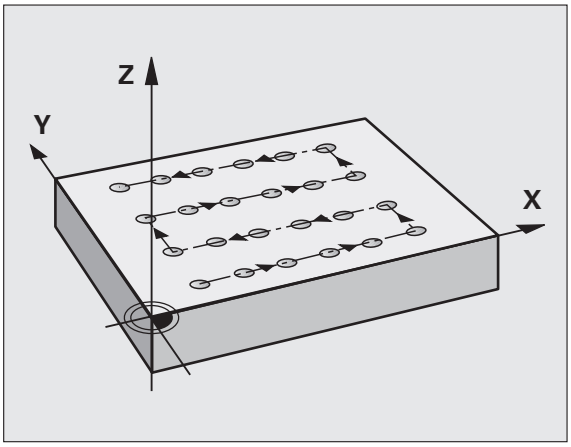
```
53 CYCL DEF 220 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ОКР.
     Q216=+50 ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ
     Q217=+50 ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
     Q244=80  ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА
     Q245=+0  ;УГОЛ СТАРТА
     Q246=+360;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ
     Q247=+0  ;ШАГ УГЛА
     Q241=8   ;КОЛИЧЕСТВО ПРОХОДОВ
     Q200=2   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
     Q203=+30 ;КООРД. ПОВЕРХ.
     Q204=50  ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
     Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
     Q365=0   ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
```

ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ЛИНИИ (цикл 221)

Внимательно прочитайте до начала программирования

Цикл 221 является DEF-активным, что означает, что цикл 221 автоматически вызывает цикл обработки, заданный в последнюю очередь.

Если один из циклов обработки с номером от 200 до 209, от 212 до 215, от 261 до 267 комбинируется с циклом 221, то действительны те же значения для безопасного расстояния, поверхности заготовки и 2-го безопасного расстояния, что и в цикле 221.



1 Система ЧПУ автоматически позиционирует инструмент с текущей позиции к точке старта первого прохода

Последовательность:

- 2. подвод на 2-е безопасное расстояние (ось шпинделя)
- подвод к точке старта на плоскости обработки
- перемещение на безопасное расстояние над поверхностью заготовки (ось шпинделя)

2 С этого положения ЧПУ выполняет цикл обработки, который был задан в последнюю очередь

3 Затем Система ЧПУ позиционирует инструмент в положительном направлении главной оси на точку старта следующего прохода; инструмент при этом находится на безопасном расстоянии (или на 2-м безопасном расстоянии)

4 Эта операция (с 1 по 3 шаг) повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все проходы на первой строке; инструмент находится на последней точке первой строки

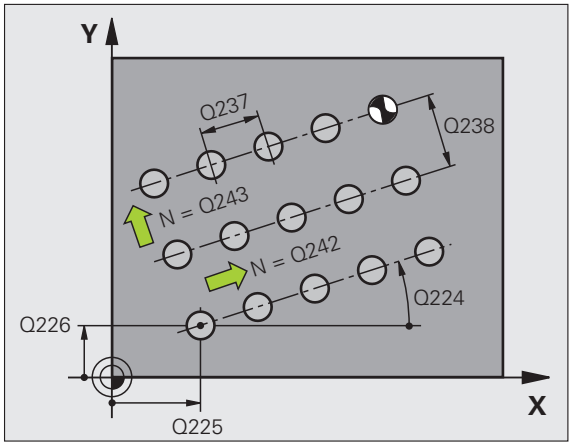
5 Затем ЧПУ перемещает инструмент к последней точке второй строки и выполняет там проход

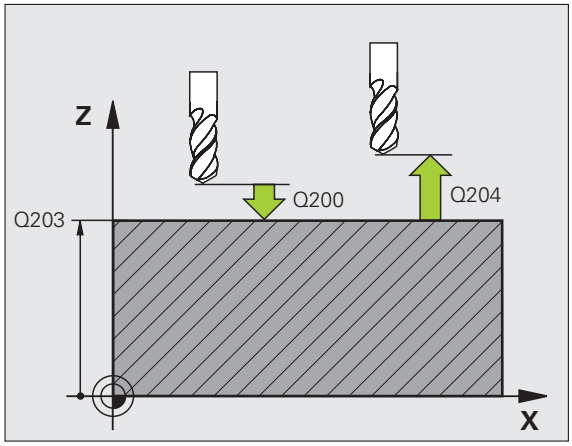
6 Оттуда Система ЧПУ позиционирует инструмент в отрицательном направлении главной оси на точку старта следующего прохода

7 Эта операция (6) повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все проходы второй строки

8 Затем ЧПУ перемещает инструмент в точку старта следующей строки

9 Маятниковым движением отрабатываются все следующие строки



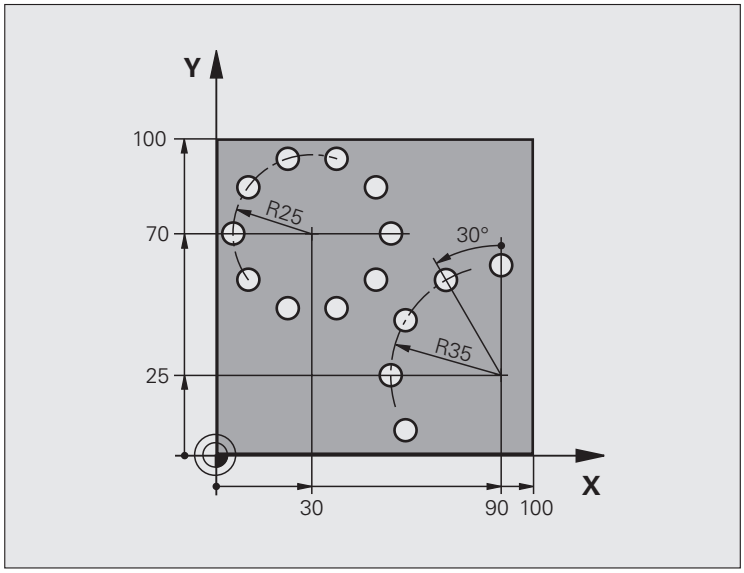


- **Точка старта 1-й оси** Q225 (абсолютная): координата точки старта на главной оси плоскости обработки
- **Точка старта 2-й оси** Q226 (абсолютная): координата точки старта на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Расстояние 1-й оси** Q237 (в инкрементах): расстояние между отдельными точками в строке
- **Расстояние 2-й оси** Q238 (в инкрементах): расстояние между отдельными строками
- **Количество столбцов** Q242: количество проходов на строке
- **Количество строк** Q243: количество строк
- **Угол поворота** Q224 (абсолютный): угол, на который поворачивается вся схема размещения; центр вращения совпадает с точкой старта
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки
- **Коорд. поверхность заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно
- **Перемещение на безопасную высоту** Q301: определить, как должен перемещаться инструмент между проходами:
  0: между проходами перемещение на безопасное расстояние
  1: между проходами перемещение на 2-е безопасное расстояние

Пример: NC-кадры

```
54 CYCL DEF 221 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ЛИН.
     Q225=+15 ;ТОЧКА СТАРТА 1-Й ОСИ
     Q226=+15 ;ТОЧКА СТАРТА 2-Й ОСИ
     Q237=+10 ;РАССТОЯНИЕ 1-Й ОСИ
     Q238=+8  ;РАССТОЯНИЕ 2-Й ОСИ
     Q242=6   ;КОЛИЧЕСТВО СТОЛБЦОВ
     Q243=4   ;КОЛИЧЕСТВО СТРОК
     Q224=+15 ;УГОЛ ПОВОРОТА
     Q200=2   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
     Q203=+30 ;КООРД. ПОВЕРХ.
     Q204=50  ;2-Е БЕЗОПАСНОЕ
               РАССТОЯНИЕ
     Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
```

Пример: группа отверстий на окружности



0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX M3	Вывод инструмента из материала
5 CYCL DEF 200 BOHREN	Определение цикла сверления
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-15 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F-ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=4 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;V. ВРЕМЯ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВ.	
Q204=0 ;2-Е БЕЗ. РАССТОЯНИЕ	
Q211=0.25 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	

6 CYCL DEF 220 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ОКР.	Определение цикла для окружности из отверстий 1, CYCL 200 вызывается автоматически,
Q216=+30 ;ЦЕНТР 1-Й ОСИ	Для параметров Q200, Q203 и Q204 действительны значения из цикла 220
Q217=+70 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	
Q244=50 ;ДИАМ. СЕГМЕНТА	
Q245=+0 ;УГОЛ СТАРТА	
Q246=+360;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ	
Q247=+0 ;ШАГ УГЛА	
Q241=10 ;КОЛИЧЕСТВО	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВ.	
Q204=100 ;2-Е БЕЗ. РАССТОЯНИЕ	
Q301=1 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ	
Q365=0 ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ	
7 CYCL DEF 220 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ОКР.	Определение цикла для окружности из отверстий 2, CYCL 200 вызывается автоматически,
Q216=+90 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	для параметров Q200, Q203 и Q204 действительны значения из цикла 220
Q217=+25 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	
Q244=70 ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА	
Q245=+90 ;УГОЛ СТАРТА	
Q246=+360;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ	
Q247=30 ;ШАГ УГЛА	
Q241=5 ;КОЛИЧЕСТВО	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=100 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q301=1 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ	
Q365=0 ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ	
8 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
9 END PGM BOHRB MM	

8.5 SL-циклы

Основные положения

С помощью SL-циклов можно составлять сложные контуры, включающие в себя до 12 подконтуров (карманов или островов). Отдельные подконтуры следует вводить как подпрограммы. На основании списка подконтуров (номеров подпрограмм), заданных в цикле 14 КОНТУР, ЧПУ рассчитывает общий контур.

Память для цикла ограничена. Можно программировать не более 1000 элементов контура.

SL-циклы выполняют большие по объему и сложные внутренние расчеты и на их основе - обработку. Из соображений безопасности перед отработкой программы следует обязательно провести графический тест программы! Так можно простым способом установить, будет ли ЧПУ выполнять обработку.

Свойства подпрограмм

- Преобразования координат разрешены. Если координаты были заданы в подконтурах, то они будут использоваться и в последующих подпрограммах, но не следует сбрасывать их после вызова цикла
- Система ЧПУ игнорирует скорость подачи F и дополнительные функции M
- Система ЧПУ распознает карман, если оператор задает координаты внутренней части контура, например, описывает контур по часовой стрелке с поправкой на радиус RR
- Система ЧПУ распознает остров, если оператор задает координаты внешней части контура, например, описывает контур по часовой стрелке с поправкой на радиус RL
- Подпрограммы не должны содержать координат по оси шпинделя
- Если используются Q-параметры, то соответствующие расчеты и присвоение следует выполнять только в пределах соответствующей подпрограммы контура

Пример: Схема: отработка при помощи SL-циклов

```
0 BEGIN PGM SL2 MM
...
12 CYCL DEF 140 КОНТУР ...
13 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА ...
...
16 CYCL DEF 21 ПРЕДВ. СВЕРЛЕНИЕ ...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22 ПРОТЯЖКА ...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23 ЧИСТОВАЯ ОБР. ДНА ...
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24 ЧИСТОВАЯ ОБР. БОК.
ПОВ. ...
27 CYCL CALL
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM SL2 MM
```

Свойства циклов обработки

- Система ЧПУ автоматически позиционирует инструмент перед каждым циклом на безопасное расстояние
- Каждый уровень глубины фрезеруется без подъема инструмента; острова следует обходить сбоку
- Радиус “внутренних углов” является программируемым; инструмент не останавливается, маркировка резания вне материала предотвращается (действительно для траектории, находящейся с внешней стороны, при черновой и чистовой боковой обработке)
- При чистовой обработке боковой поверхности ЧПУ подводится к контуру по тангенциальной круговой траектории
- При чистовой обработке на глубине система ЧПУ также подводит инструмент по круговой траектории к заготовке (например: ось шпинделя Z: круговая траектория на плоскости Z/X)
- Система ЧПУ непрерывно обрабатывает контур попутным либо встречным движением.

Данные о размерах для обработки, такие как глубина фрезерования, припуски и безопасное расстояние, следует вводить в цикле 20 центрально как ДАННЫЕ КОНТУРА.

Обзор SL-циклов

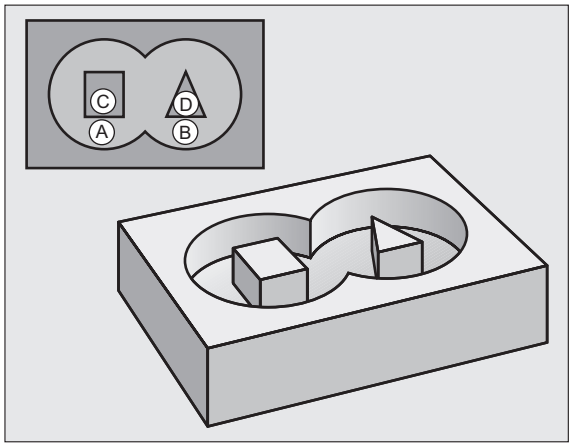
Цикл	Softkey	Стр.
14 КОНТУР (требуется в обязательном порядке!)	14 LBL 1...N	Страница 299
20 ДАННЫЕ КОНТУРА (требуются в обязательном порядке!)	20 ДАННЫХ КОНТУРА	Страница 302
21 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (используется по выбору оператора)	21	Страница 303
22 ПРОТЯЖКА (требуется в обязательном порядке!)	22	Страница 304
23 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДНА (используется по выбору оператора)	23	Страница 306
24 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА БОК. ПОВЕРХНОСТИ (используется по выбору оператора)	24	Страница 307

Расширенные циклы:

Цикл	Softkey	Стр.
25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА	25	Страница 308
27 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА	27	Страница 311
28 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование канавок	28	Страница 313
29 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование цапф	29	Страница 315

КОНТУР (цикл 14)

В цикле 14 КОНТУР приводятся все подпрограммы, которые должны включаться в общий контур.



Внимательно прочитайте до начала программирования

Цикл 14 является DEF-активным, то есть, активируется в момент определения его параметров в программе.

В цикле 14 можно перечислить не более 12 подпрограмм (подконтуров).

14
LBL 1...N

- **Label-номера (номера меток) для контура**: введите все номера меток отдельных подпрограмм, из которых следует образовать общий контур. Подтвердите ввод каждого номера нажатием клавиши ENT и закончите ввод нажатием клавиши END.

Перекрывающие друг друга контуры

Карманы и острова можно соединять друг с другом, создавая новый контур. Таким образом, можно увеличить поверхность кармана путем наложения другого кармана либо уменьшить размеры острова.

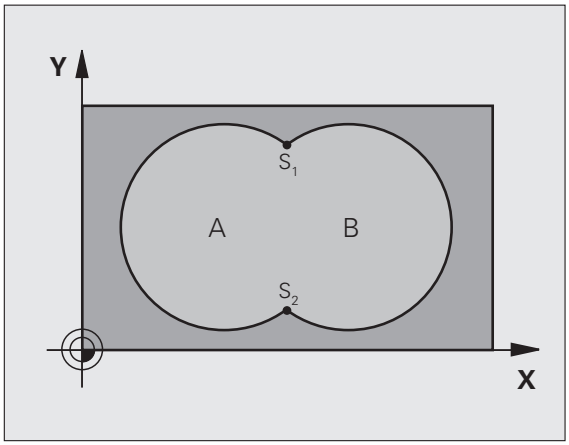
Подпрограммы: перекрывающие друг друга карманы

В последующих примерах программирования находятся подпрограммы контура, вызываемые в главной программе циклом 14 КОНТУР.

Карманы A и B перекрывают друг друга.

Система ЧПУ рассчитывает точки пересечения S_1 и S_2, программировать их не требуется.

Карманы программируются как полные окружности.



Пример: NC-кадры

```
12 CYCL DEF 14.0 КОНТУР
13 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1/2/3/4
```

Подпрограмма 1: карман A

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

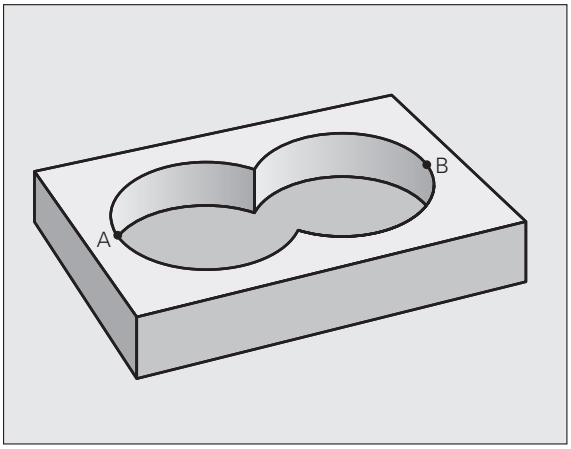
Подпрограмма 2: карман B

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

“Суммарная ”-площадь

Должны обрабатываться обе делительные поверхности A и B, включая поверхность перекрытия:

- Поверхности A и B должны быть карманами
- Первый карман (в цикле 14) должен начинаться вне пределов второго



Поверхность A:

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

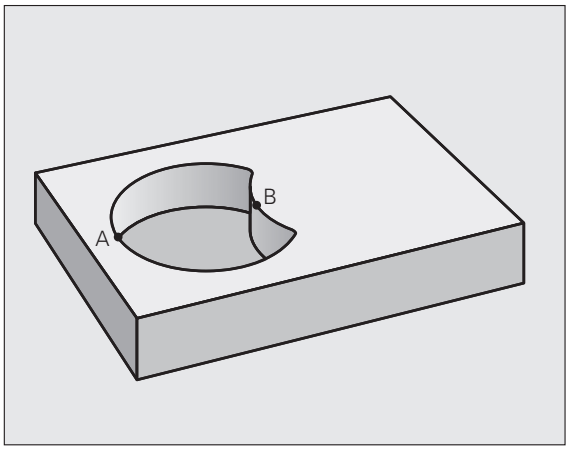
Поверхность B:

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

“Разность” площадей

Поверхность A должна обрабатываться за исключением перекрытого поверхностью B участка:

- Поверхность A должна быть карманом, а B - островом
- A должна начинаться вне пределов B
- B должна начинаться в пределах A



Поверхность A:

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

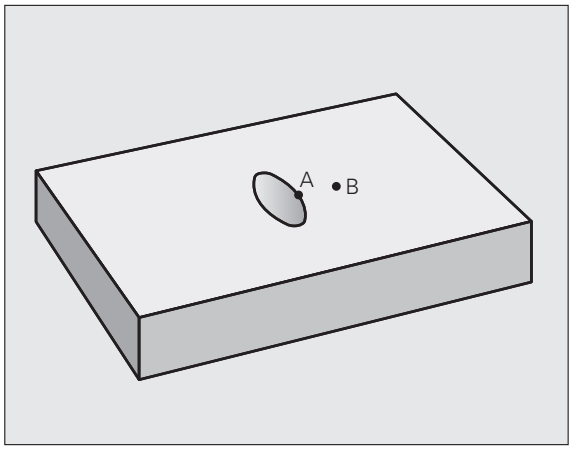
Поверхность B:

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RL
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

Площадь «пересечения»

Должна обрабатываться площадь перекрытия A и B. (Перекрытые простым образом площади должны оставаться необработанными).

- A и B должны быть карманами
- A должна начинаться в пределах B



Поверхность A:

```
51 LBL 1
52 L X+60 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+60 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

Поверхность B:

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

ДАННЫЕ КОНТУРА (цикл 20)

В цикле 20 оператор вводит информацию обработки для подпрограмм с подконтурами.

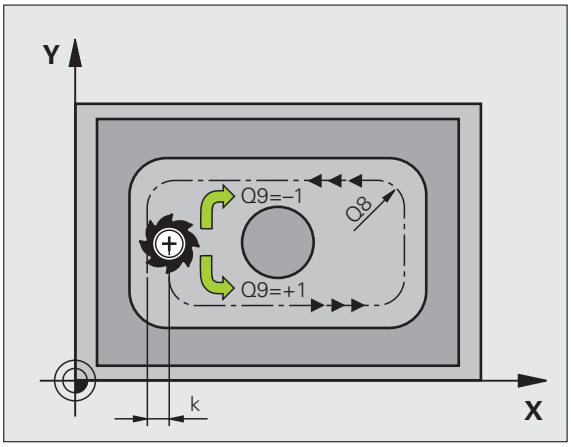
Внимательно прочитайте до начала программирования

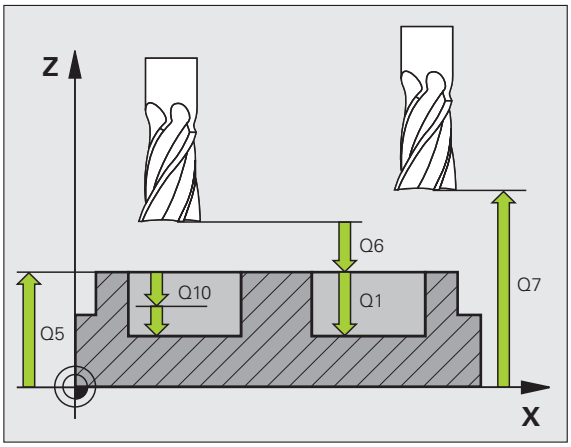
Цикл 20 является DEF-активным, что означает, что он является активным с момента его определения в программе обработки.

Знак значения параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки. Если Глубина = 0, то система ЧПУ выполняет соответствующий цикл на глубине 0.

Указанная в цикле 20 информация об обработке действительна для циклов с 21 по 24.

При применении SL-циклов в программах с Q-параметрами нельзя использовать параметры с номерами от Q1 до Q20 в качестве параметров программы.





20 ДАННЫХ КОНТУРА

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки – до дна кармана
- **Перекрытие траектории** коэффициент Q2: Q2 x радиус инструмента дает врезание со стороны боковой поверхности k
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку на плоскости обработки
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q4 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку глубины
- **Координата поверхности заготовки** Q5 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки
- **Безопасная высота** Q7 (абсолютная): абсолютная высота, на которой невозможно столкновение с заготовкой (для промежуточного позиционирования и возврата в конце цикла)
- **Радиус внутреннего закругления** Q8: радиус скругления внутренних “углов”; заданное значение связано с траекторией центра инструмента
- **Направление вращения? По часовой стрелке = -1** Q9: направление обработки карманов
  - по часовой стрелке (Q9 = -1 встречная обработка карманов и островов)
  - против часовой стрелки (Q9 = +1 попутная обработка карманов и островов)

Пример: NC-кадры

```
57 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА
    Q1=-20      ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q2=1        ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ
    Q3=+0.2     ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q4=+0.1     ;ПРИПУСК СНИЗУ
    Q5=+30      ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q6=2        ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
    Q7=+80      ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q8=0.5      ;РАДИУС СКРУГЛЕНИЯ
    Q9=+1       ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ
```

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 21)

Система ЧПУ не учитывает заданное в **TOOL CALL**-кадре дельта-значение **DR** для расчета точек врезания в материал.

В узких местах ЧПУ не сможет выполнить предварительное сверление с помощью инструмента, диаметр которого больше чернового инструмента.

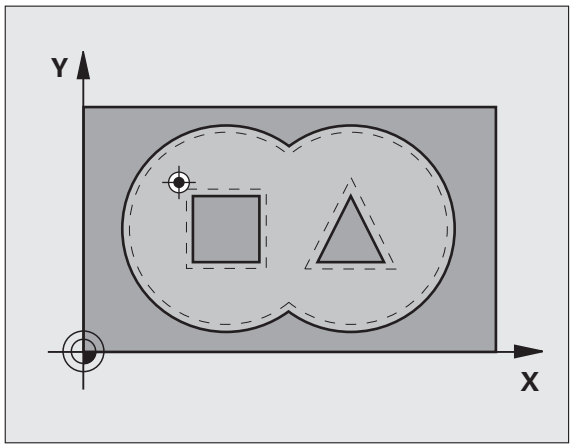
Последовательность действий цикла

1. Инструмент сверлит с заданной скоростью подачи F от текущей позиции до первой глубины врезания
2. Затем система ЧПУ возвращает инструмент на ускоренном ходу FMAX и снова перемещает на первую глубину врезания, уменьшенную на значение расстояния опережения t
3. ЧПУ самостоятельно задает расстояние опережения:
   - Глубина сверления до 30 мм: t = 0,6 мм
   - Глубина сверления более 30 мм: t = глубина сверления/50
   - Максимальное расстояние опережения: 7 мм
4. Затем инструмент сверлит с заданной скоростью подачи F на значение следующей глубины врезания
5. ЧПУ повторяет эту операцию (с 1 до 4 шагов) до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина сверления
6. На дне высверленного отверстия ЧПУ, после выдержки для выхода из материала, возвращает инструмент с FMAX на стартовую позицию

Применение

Цикл 21 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ учитывает для точек врезания припуск на чистовую обработку боковой поверхности и обработку на глубине, а также радиус инструмента чистовой обработки . Точки врезания являются точками старта для протяжки.

- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз врезается (при отрицательном направлении обработки стоит знак“–”).
- **Подача на врезание** Q11: подача при сверлении в мм/мин
- **Номер инструмента чистовой обработки** Q13: номер инструмента для инструмента чистовой обработки

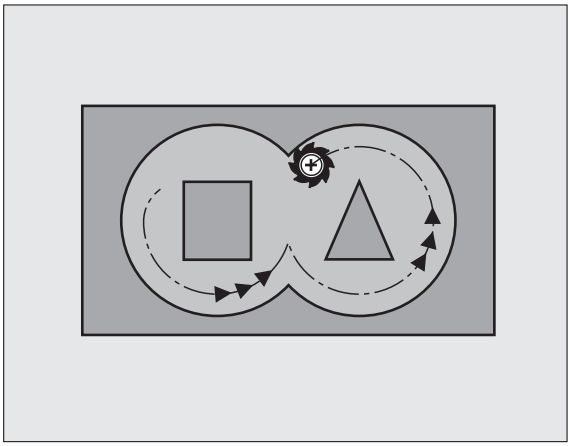


Пример: NC-кадры

```
58 CYCL DEF 21 ПРЕДВ. СВЕРЛЕНИЕ
    Q10=+5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q13=1      ;ИНСТР. ДЛЯ ЧИСТОВОЙ
                ОБР.
```

ПРОТЯЖКА (цикл 22)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент над пунктом врезания; при этом учитывается припуск на чистовую обработку боковой поверхности
2 На первой глубине врезания инструмент фрезерует контур по направлению изнутри наружу с рабочей подачей Q12
3 При этом открыто фрезеруются контуры островов (здесь: C/D) с приближением к контуру кармана (здесь: A/B)
4 На следующем этапе ЧПУ перемещает инструмент на следующую глубину врезания и повторяет операцию чистовой обработки до тех пор, пока не будет достигнута программируемая глубина
5 Затем ЧПУ отводит инструмент на безопасную высоту



Внимательно прочитайте до начала программирования

При необходимости используйте фрезу, имеющую по центру торцовый зуб (DIN 844) или проводите предворительное сверление при помощи цикла 21.

Характеристики погружения в цикле 22 определяется параметром Q19 и таблицей инструментов (столбцы ANGLE и LCUTS):

- Если Q19=0, то ЧПУ погружает инструмент, в основном, перпендикулярно, даже если был определен угол погружения для активного инструмента
- Если определен угол ANGLE=90°, ЧПУ погружает инструмент перпендикулярно. В качестве подачи погружения используется подача маятникового движения Q19
- Если была определена подача маятникового движения Q19 в цикле 22 и УГОЛ составляет от 0.1 до 89.999. согласно таблице инструментов, то ЧПУ погружает инструмент маятниковым движением с определенным УГЛОМ
- Если подача маятникового движения в цикле 22 определена, а УГОЛ в таблице инструментов не задан, ЧПУ выдает сообщение об ошибке

При чистовой обработке контуров карманов с острыми внутренними углами в нем может остаться материал, если коэффициент перекрытия больше 1. Следует тщательно проверить траекторию внутреннего контура на тестовой графике и, при необходимости, изменить коэффициент перекрытия. Таким образом изменяется распределение рабочих проходов, что приводит к желаемому результату.

При дополнительной чистовой обработке ЧПУ не учитывает значение износа **DR** инструмента.

Пример: NC-кадры

```
59 CYCL DEF 22 ПРОТЯЖКА
    Q10=+5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q18=1      ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ
                ОБР.
    Q19=150    ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА
    Q208=99999;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
```

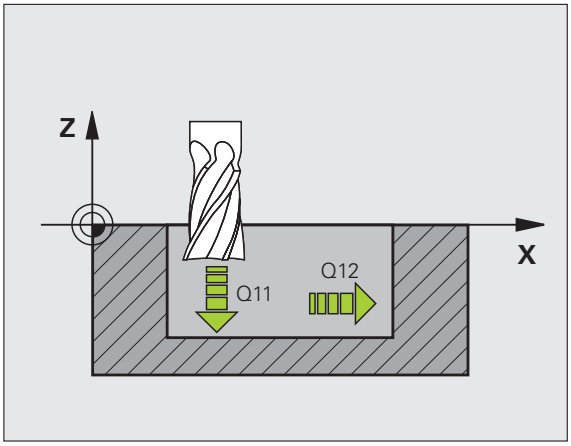
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): величина шага поперечной подачи инструмента
- **Подача на врезание** Q11: подача врезания в мм/мин
- **Подача чистовой обработки** Q12: подача при фрезеровании в мм/мин
- **Номер инструмента предварительной протяжки** Q18: номер инструмента, с помощью которого ЧПУ уже выполнила предварительную протяжку. Если предварительная протяжка не выполнялась, следует ввести "0"; если оператор вводит номер, ЧПУ выполняет предварительную протяжку только той части, которую нельзя было обработать инструментом для предварительной протяжки.
  Если невозможно подвести инструмент к участку дополнительной протяжки сбоку, ЧПУ врезается так, как определено параметром Q19; для этого следует определить в таблице инструментов TOOL.T, смотри „Параметры инструмента”, страница 120 длину режущей кромки инструмента LCUTS и максимальный угол погружения инструмента ANGLE. В противном случае ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.
- **Подача маятниковым движением** Q19: подача маятниковым движением в мм/мин
- **Подача обратного хода** Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в мм/мин. Если введено значение Q208=0, ЧПУ отводит инструмент из отверстия со скоростью подачи, заданной параметром Q12

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДНА (цикл 23)

Система ЧПУ самостоятельно устанавливает точку старта чистовой обработки. Точка старта зависит от вместимости кармана.

Система ЧПУ плавно перемещает инструмент к обрабатываемой поверхности, если там достаточно места. Если карман слишком узкий, то система ЧПУ перемещает инструмент на глубину перпендикулярно. Затем фрезеруется оставшийся после очистки припуск на чистовую обработку.

- **Подача на врезание** Q11: скорость перемещения инструмента при врезании
- **Подача очистки** Q12: подача фрезерования
- **Подача обратного хода** Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в мм/мин. Если введено значение Q208=0, ЧПУ отводит инструмент из отверстия со скоростью подачи, заданной параметром Q12 в качестве другого варианта можно использовать диапазон ввода от 0 до 99999,9999



Пример: NC-кадры

```
60 CYCL DEF 23 ЧИСТОВАЯ ОБР. ДНА
    Q11=100   ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q12=350   ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q208=99999;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
```

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ (цикл 24)

Система ЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории по касательной к подконтурам. Каждый подконтур обрабатывается отдельно.

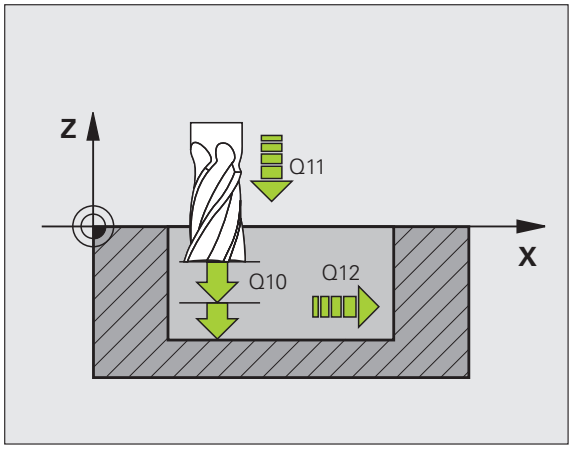
Внимательно прочитайте до начала программирования

Сумма припуска на чистовую обработку боковой поверхности (Q14) и радиуса чистового инструмента должна быть меньше суммы припуска на чистовую обработку боковой поверхности (Q3, цикл 20) и радиуса протяжного инструмента.

Если цикл 24 производится без предварительного выполнения черновой обработки циклом 22, указанный вверху расчет остается действительным; радиусу протяжного инструмента в таком случае присваивается значение “0”.

Система ЧПУ самостоятельно устанавливает стартовую точку чистовой обработки. Точка старта зависит от вместимости кармана и запрограммированного в цикле 20 припуска.

- **Направление вращения? По часовой стрелке = –1** Q9:
  направление обработки:
  +1:Поворот против часовой стрелки
  –1:Поворот по часовой стрелке
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): величина шага поперечной подачи инструмента
- **Подача на врезание** Q11: подача врезания
- **Подача чистовой обработки** Q12: подача фрезерования
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q14 (в инкрементах): припуск для многократной чистовой обработки; остатки будут удалены, если оператор введет Q14 = 0



Пример: NC-кадры

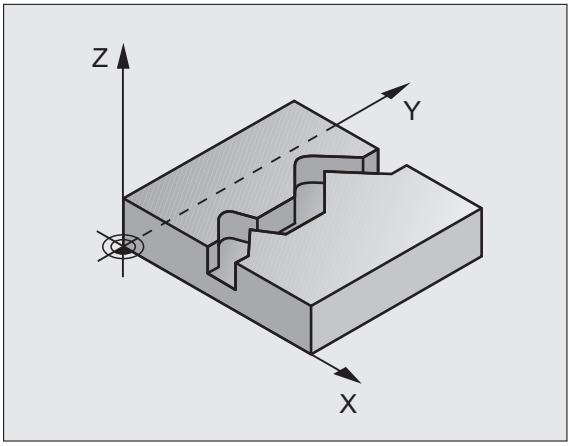
```
61 CYCL DEF 24 ЧИСТОВАЯ ОБР. БОК. ПОВ.
    Q9=+1      ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ
    Q10=+5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q14=+0     ;ПРИПУСК СБОКУ
```

ПРОТЯЖКА КОНТУРА (цикл 25)

Данный цикл, также как и цикл 14 КОНТУР, позволяет обрабатывать открытые профили, у которых начало и конец не совпадают друг с другом.

При обработке открытого профиля цикл 25 "ПРОТЯЖКА КОНТУРА" обладает значительными преимуществами по сравнению с использованием кадров позиционирования:

- ЧПУ выполняет контроль появления отметок и повреждений контура во время обработки. Проверка контура с помощью тестовой графики
- Если радиус инструмента слишком большой, следует дополнительно обработать контур на внутренних углах
- Обработку можно выполнять непрерывно, попутным или встречным движением. При фрезеровании зеркально расположенных контуров профиля тип фрезерования сохраняется
- При фрезеровании в несколько проходов ЧПУ может перемещать инструмент как в одну, так и в другую сторону, сокращая, таким образом, время обработки
- Можно вводить припуски для выполнения черновой и чистовой обработки за несколько рабочих ходов



Пример: NC-кадры

```
62 CYCL DEF 25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА
      Q1=-20      ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q3=+0       ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q5=+0       ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q7=+50      ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
      Q10=+5      ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q11=100     ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
      Q12=350     ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q15=-1      ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

Внимательно прочитайте до начала программирования

Знак параметра цикла "Глубина" определяет направление обработки.

Система ЧПУ учитывает только первую метку из цикла 14 КОНТУР.

Объем памяти для цикла ограничен. Можно запрограммировать не более 1000 элементов контура.

Цикл 20 **ДАННЫЕ КОНТУРА** не требуется.

Позиции, запрограммированные сразу после цикла 25 в составном размере, относятся к положению инструмента в конце цикла.

Осторожно, опасность столкновения!

Во избежание возможных столкновений:

- Не программируйте составные размеры сразу же после цикла 25, поскольку они будут относиться к положению инструмента в конце цикла.
- На всех главных осях выполните подвод к определенной (абсолютной) позиции, т.к. позиция инструмента в конце цикла не совпадает с положением инструмента в начале цикла.

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном профиля
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки
- **Коорд. поверхность заготовки** Q5 (абсолютн.): абсолютная координата поверхности заготовки относительно ее нулевой точки
- **Безопасная высота** Q7 (абсолютная): абсолютная координата оси шпинделя, в которой невозможно столкновение инструмента и заготовки; позиция возврата инструмента в конце цикла
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): величина шага поперечной подачи инструмента
- **Подача на врезание** Q11: скорость подачи при перемещениях по оси шпинделя
- **Подача фрезерования** Q12: скорость подачи при перемещениях в плоскости обработки
- **Frsart? (Вид фрезерования?) (встречное = –1)** Q15:
  попутное фрезерование: Ввод = +1
  встречное фрезерование: Ввод = –1
  Попеременное попутное и встречное фрезерование с несколькими врезаниями: Ввод = 0

Предписанные значения программы для циклов обработки боковых поверхностей цилиндра (ПО-опция 1)

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Внимательно прочитайте до начала программирования

В первом NC-кадре подпрограммы контура всегда следует программировать обе координаты.

Объем памяти для цикла ограничен. Можно запрограммировать не более 1000 элементов контура.

Система ЧПУ может отработать цикл только в том случае, если задано отрицательное значение глубины. Если значения глубины положительное, система ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Использовать фрезу, имеющую торцовый зуб посередине (DIN 844).

Цилиндр должен быть закреплен в центре круглого стола. В качестве опорной точки следует задать центр круглого стола.

Ось шпинделя должна при вызове цикла находиться перпендикулярно по отношению к оси круглого стола, при необходимости может потребоваться переключение кинематики. Если это не так, система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.

Этот цикл также можно выполнить в негоризонтальной плоскости обработки.

Безопасное расстояние должно быть больше, чем радиус инструмента.

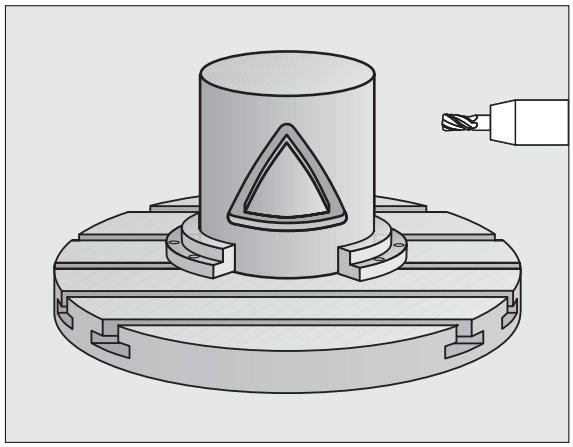
Время обработки может увеличиться, ели контур состоит их множества элементов, расположенных не по касательной по отношению друг к другу.

БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА (цикл 27, ПО-опция 1)

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Внимательно прочитайте до начала программирования

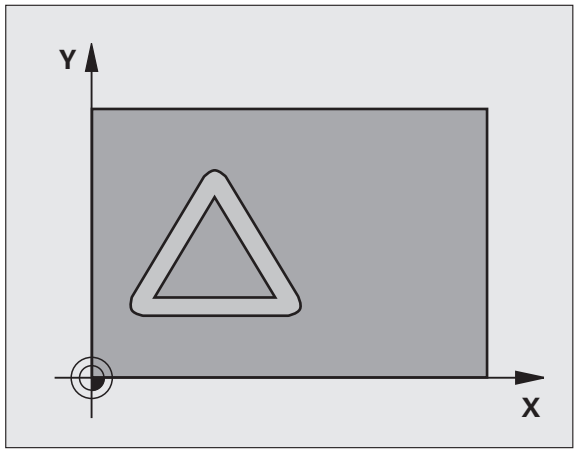
Предписанные значения программы для циклов обработки боковых поверхностей цилиндра (смотри страница 310)



С помощью этого цикла можно перенести определенный на образующей контур на боковую поверхность цилиндра. Для фрезерования ведущих канавок цилиндра следует использовать цикл 28.

Контур описывается в подпрограмме, определенной с помощью цикла 14 (КОНТУР).

В подпрограмме контур всегда описывается координатами X и Y, независимо от того, какие оси вращения имеются в распоряжении на станке. Таким образом, описание контура не зависит от конфигурации станка. Предлагаются следующие функции траектории **L**, **CHF**, **CR**, **RND** и **CT**.



Данные для угловой оси (X-координаты) можно ввести в градусах или в мм (дюймах) (задать в определении цикла Q17).

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент над точкой врезания; при этом учитывается припуск на чистовую обработку боковой поверхности
2. На первой глубине врезания инструмент выполняет фрезерование вдоль запрограммированного контура с рабочей подачей Q12
3. В конце контура ЧПУ перемещает инструмент на безопасное расстояние и возвращает в точку врезания;
4. Шаги с 1 по 3 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1
5. Затем инструмент перемещается на безопасное расстояние

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура Значение глубины фрезерования должно быть больше, чем длина режущей кромки LCUTS
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку на плоскости развертки боковой поверхности; припуск действителен в направлении поправки на радиус
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра Значение безопасного расстояния должно быть больше, чем радиус инструмента
- **Шаг на врезание** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход введите значение, меньшее, чем радиус цилиндра
- **Подача на врезание** Q11: скорость подачи при перемещениях по оси шпинделя
- **Подача фрезерования** Q12: скорость подачи при перемещениях в плоскости обработки
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур
- **Bemaungsart? (Способ проставления размеров?) Градусы =0 MM/INCH (ДЮЙМЫ)=1** Q17: программировать координаты оси вращения (X-координаты) в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)

Пример: NC-кадры

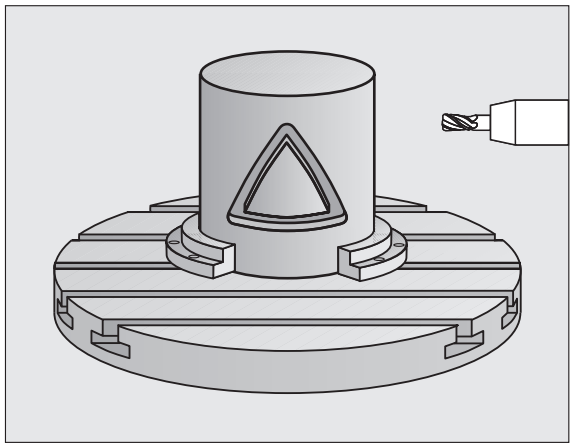
```
63 CYCL DEF 27 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА
    Q1=-8      ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+2      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q12=350    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
```

БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА
фрезерование канавок (цикл 28, ПО-опция 1)

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

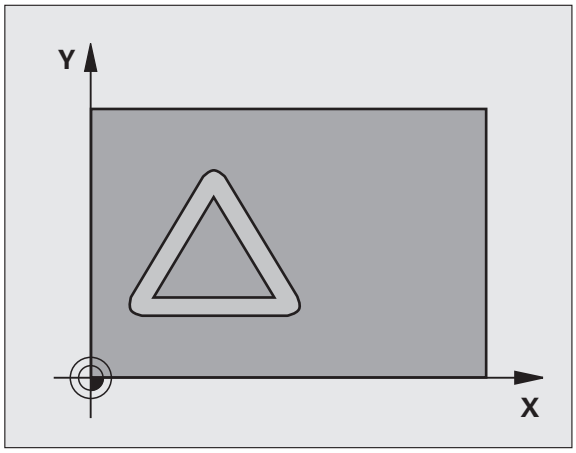
Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

Предписанные значения программы для циклов обработки боковых поверхностей цилиндра (смотри страница 310)



С помощью этого цикла определенную на развертке направляющую канавку можно перенести на боковую поверхность цилиндра. В отличие от цикла 27, ЧПУ устанавливает инструмент в этом цикле так, что стенки находятся почти параллельно друг к другу при активной поправке на радиус. Стенки, находящиеся в точности параллельно друг к другу, можно получить, если использовать инструмент той же ширины, что и канавка.

Чем меньше инструмент по отношению к ширине канавки, тем большие искажения возникают при выполнении круговых траекторий и наклонных прямых. Чтобы уменьшить до минимума эти искажения, обусловленные смещением при перемещении, следует через параметр Q21 определить значение допуска, с помощью которого ЧПУ выполняет канавку приблизительно той же величины, что и с помощью инструмента, диаметр которого соответствует ширине канавки.



Запрограммируйте траекторию центра контура с указанием поправки на радиус инструмента. Через поправку на радиус оператор определяет, как ЧПУ будет проделывать канавку - попутно или встречно.

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент над пунктом врезания
2. На первой глубине врезания инструмент выполняет фрезерование вдоль стенки канавки с рабочей подачей Q12; при этом учитывается припуск на чистовую обработку боковой поверхности
3. В конце контура ЧПУ перемещает инструмент к противоположной стенке канавки и возвращает его в точку врезания
4. Шаги со 2 по 3 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1
5. Если оператор определил допуск Q21, ЧПУ выполняет дополнительную обработку для получения максимально параллельных по отношению друг к другу стенок канавки.
6. Затем инструмент возвращается по оси инструмента на безопасную высоту

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура Значение глубины фрезерования должно быть больше, чем длина режущей кромки LCUTS
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск для чистовой обработки стенки канавки. Из-за припуска для чистовой обработки заданная ширина канавки уменьшается при обработке в два раза (разница будет снята в процессе чистовой обработки)
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра Значение безопасного расстояния должно быть больше, чем радиус инструмента
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Введите значение меньше радиуса цилиндра
- **Подача на врезание** Q11: скорость подачи при перемещениях по оси шпинделя
- **Подача фрезерования** Q12: скорость подачи при перемещениях в плоскости обработки
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур
- **Тип размеров? Градусы =0 ММ/ДЮЙМЫ=1** Q17: координаты оси вращения (X-координаты) в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)
- **Ширина канавки** Q20: ширина канавки
- **Допуск?** Q21: Если ширина используемого инструмента меньше запрограммированной ширины канавки Q20, то при выполнении окружностей и наклонных прямых возникают искажения на стенках канавки, обусловленные перемещением. Если определяется допуск Q21, ЧПУ выполняет канавку при помощи дополнительного прохода фрезерования так, как если бы канавка фрезеровалась инструментом, величина которого равна ширине канавки. Q21 определяет допускаемое отклонение от идеальной канавки. Количество дополнительных ходов зависит от радиуса цилиндра, инструмента и глубины канавки. Чем меньший допуск определен, тем точнее выполняется канавка и дольше продолжается дополнительная обработка. **Рекомендуется**: использовать допуск 0,02 мм. **Функция неактивна**: введите 0 (базовая настройка)

Пример: NC-кадры

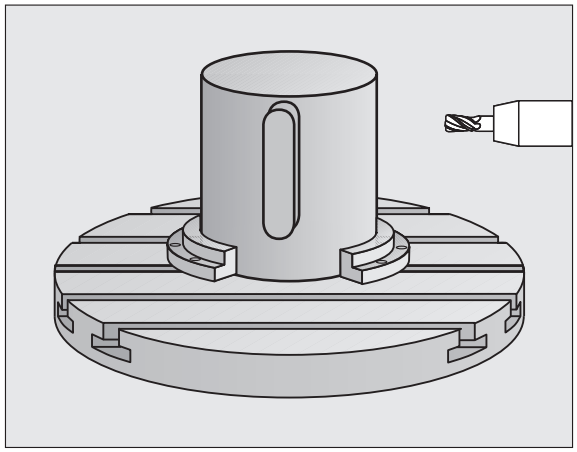
```
63 CYCL DEF 28 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА
    Q1=-8      ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+2      ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
    Q20=12     ;ШИРИНА КАНАВКИ
    Q21=0      ;ДОПУСК
```

БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА
фрезерование цапф (цикл 29, ПО-опция 1)

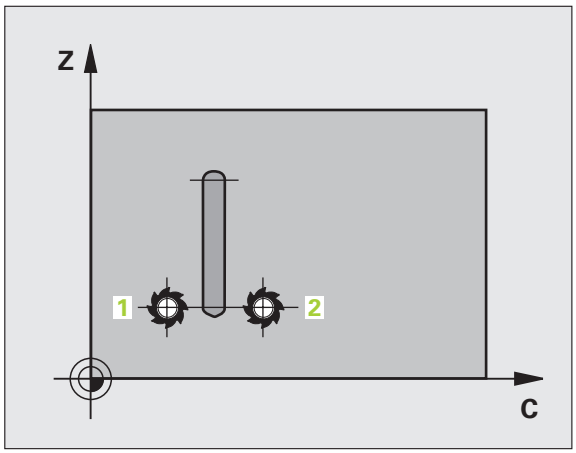
Станок и ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Внимательно прочитайте до начала программирования

Предписанные значения программы для циклов обработки боковых поверхностей цилиндра (смотри страница 310)



С помощью этого цикла можно перенести определенную на развертке цапфу на боковую поверхность цилиндра. Система ЧПУ так устанавливает инструмент во время выполнения этого цикла, что стенки всегда находятся параллельно по отношению друг к другу при активной поправке на радиус. Запрограммируйте траекторию центра цапфы с указанием поправки на радиус инструмента. С помощью поправки на радиус определяется, как ЧПУ выполняет цапфу - попутно или встречно.



В конечных точках цапфы ЧПУ, как правило, добавляет полукруг, радиус которого соответствует половине ширины цапфы.

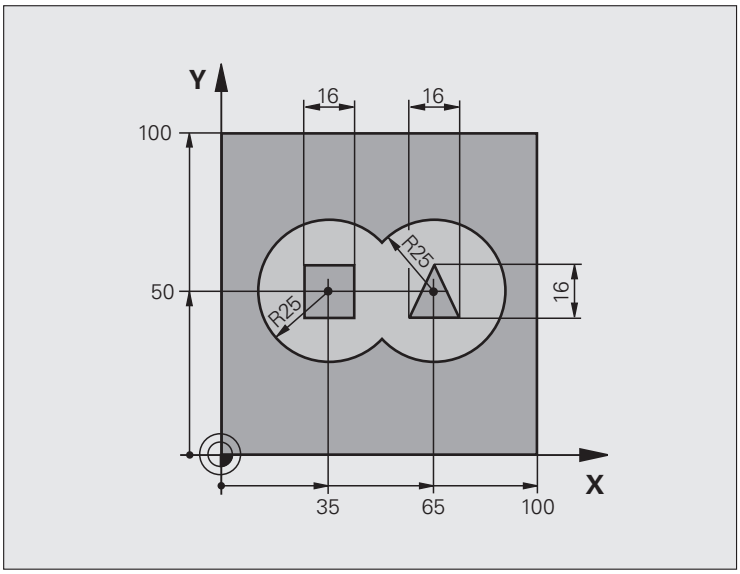
1. Система ЧПУ позиционирует инструмент над точкой старта обработки. Точку старта ЧПУ рассчитывает на основании значений ширины цапфы и диаметра инструмента. Эта точка находится (со смещением на половину ширины цапфы и диаметра инструмента) рядом с первой определенной в подпрограмме контура точкой. Поправка на радиус определяет, начнется обработка с левой (1, RL=попутно) или с правой стороны цапфы (2, RR=встречно)
2. После того, как Система ЧПУ позиционирует инструмент на первую глубину врезания, инструмент перемещается по дуге окружности тангенциально к стенке цапфы с подачей фрезерования Q12 . При необходимости учитывается припуск на чистовую обработку боковой поверхности.
3. На первой глубине врезания инструмент выполняет фрезерование с подачей Q12 вдоль стенки цапфы до тех пор, пока цапфа не будет изготовлена полностью
4. Затем инструмент тангенциально возвращается от стенки цапфы к точке старта обработки
5. Шаги с 2 по 4 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1
6. Затем инструмент возвращается по на оси инструмента на безопасную высоту или на последнюю запрограммированную до цикла позицию

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура Значение глубины фрезерования должно быть больше, чем длина режущей кромки LCUTS
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск для чистовой обработки на стенке цапфы. Из-за добавления припуска на чистовую обработку ширина выступа увеличивается в два раза по отношению к записанному значению.
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра Значение безопасного расстояния должно быть больше, чем радиус инструмента
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход введите значение, меньшее, чем радиус цилиндра
- **Подача на врезание** Q11: скорость подачи при перемещениях по оси шпинделя
- **Подача фрезерования** Q12: скорость подачи при перемещениях в плоскости обработки
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур
- **Тип размеров? Градусы =0 ММ/ДЮЙМЫ=1** Q17: программировать координаты оси вращения (X-координаты) в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)
- **Ширина цапфы** Q20: ширина выполняемой цапфы

Пример: NC-кадры

```
63 CYCL DEF 29 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА ЦАПФА
    Q1=-8      ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+2      ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
    Q20=12     ;ШИРИНА ЦАПФЫ
```

Пример: предварительное сверление, черновая и чистовая обработка накладывающихся друг на друга контуров

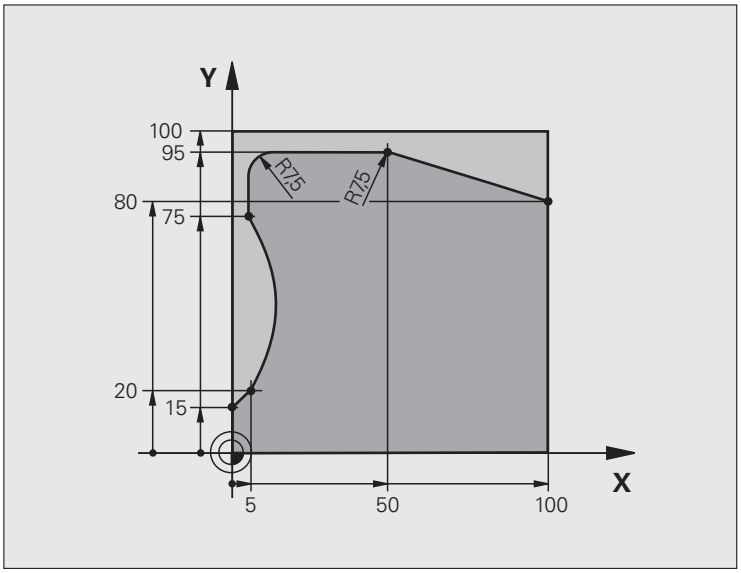


0 BEGIN PGM C21 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 2 L+0 R+6	Определение инструмента для черновой/чистовой обработки
4 TOOL CALL 1 Z S2500	Вызов инструмента: сверло
5 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
6 CYCL DEF 14.0 КОНТУР	Определение подпрограмм контура
7 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1/2/3/4	
8 CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ КОНТУРА	Определение общих параметров обработки
Q1=-20 ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q2=1 ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ	
Q3=+0.5 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q4=+0.5 ;ПРИПУСК СНИЗУ	
Q5=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q7=+100 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА	
Q8=0.1 ;РАДИУС СКРУГЛЕНИЯ	
Q9=-1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	

9 CYCL DEF 21.0 ПРЕДВ. СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла "Предварительное сверление"
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=250 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q13=2 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБР.	
10 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Предварительное сверление"
11 L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
12 TOOL CALL 2 Z S3000	Вызов инструмента черновая/чистовая обработка
13 CYCL DEF 22.0 ПРОТЯЖКА	Определение цикла "Протяжка"
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q12=350 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q18=0 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ОБР.	
Q19=150 ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА	
Q208=30000;ПОДАЧА ОБР. ХОДА	
14 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Протяжка"
15 CYCL DEF 23.0 ЧИСТОВАЯ ОБР. ДНА	Определение цикла "Чистовая обработка дна"
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q12=200 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q208=30000;ПОДАЧА ОБР. ХОДА	
16 CYCL CALL	Вызов цикла "Чистовая обработка дна"
17 CYCL DEF 24.0 ЧИСТОВАЯ ОБР. БОК. ПОВ.	Определение цикла "Чистовая обработка боковой поверхности"
Q9=+1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q12=400 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q14=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
18 CYCL CALL	Вызов цикла "Чистовая обработка боковой поверхности"
19 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы

20 LBL 1	Подпрограмма контура 1: карман слева
21 CC X+35 Y+50	
22 L X+10 Y+50 RR	
23 C X+10 DR-	
24 LBL 0	
25 LBL 2	Подпрограмма контура 2: карман справа
26 CC X+65 Y+50	
27 L X+90 Y+50 RR	
28 C X+90 DR-	
29 LBL 0	
30 LBL 3	Подпрограмма контура 3: четырехугольный остров слева
31 L X+27 Y+50 RL	
32 L Y+58	
33 L X+43	
34 L Y+42	
35 L X+27	
36 LBL 0	
37 LBL 4	Подпрограмма контура 4: треугольный остров справа
38 L X+65 Y+42 RL	
39 L X+57	
40 L X+65 Y+58	
41 L X+73 Y+42	
42 LBL 0	
43 END PGM C21 MM	

Пример: протяжка контура



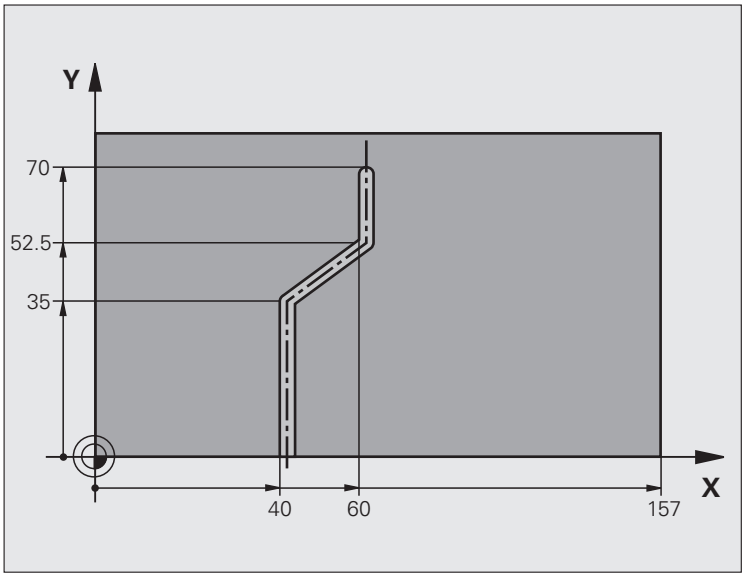
0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2000	Вызов инструмента
4 L Z+250 RO FMAX	Вывод инструмента из материала
5 CYCL DEF 14.0 КОНТУР	Определить подпрограмму контура
6 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1	
7 CYCL DEF 25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА	Определение параметров обработки
Q1=-20 ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q5=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q7=+250 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА	
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q12=200 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q15=+1 ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
8 CYCL CALL M3	Вызов цикла
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы

10 LBL 1	Подпрограмма контура
11 L X+0 Y+15 RL	
12 L X+5 Y+20	
13 CT X+5 Y+75	
14 L Y+95	
15 RND R7.5	
16 L X+50	
17 RND R7.5	
18 L X+100 Y+80	
19 LBL 0	
20 END PGM C25 MM	

Пример: боковая поверхность цилиндра - цикл 27

Указания:

- Цилиндр закреплен в центре круглого стола
- Опорная точка находится в центре круглого стола
- Описание траектории точки центра в подпрограмме контура



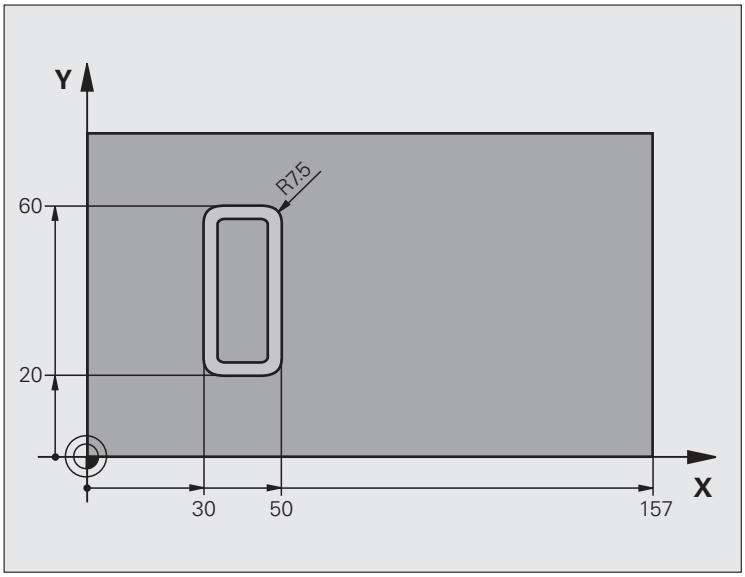
0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Y S2000	Вызов инструмента, ось инструмента Y
2 L Y+250 RO FMAX	Вывод инструмента из материала
3 L X+0 R0 FMAX	Позиционирование инструмента в середине круглого стола
4 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Определение подпрограммы контура
5 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1	
6 CYCL DEF 27 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА	Определение параметров обработки
Q1=-7 ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q10=4 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q12=250 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q16=25 ;РАДИУС	
Q17=1 ;ТИП РАЗМЕРОВ	
7 L C+0 R0 FMAX M3	Предварительное позиционирование круглого стола
8 CYCL CALL	Вызов цикла
9 L Y+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
10 LBL 1	Подпрограмма контура, описание траектории точки центра
11 L X+40 Y+0 RR	Данные оси вращения в мм (Q17=1)

12 L Y+35	
13 L X+60 Y+52.5	
14 L Y+70	
15 LBL 0	
16 END PGM C28 MM	

Пример: боковая поверхность цилиндра - цикл 28

Указание:

- Цилиндр закреплен в центре круглого стола
- Опорная точка находится в центре круглого стола



0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Y S2000	Вызов инструмента, ось инструмента Y
2 L X+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
3 L X+0 R0 FMAX	Позиционирование инструмента в середине круглого стола
4 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Определение подпрограммы контура
5 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1	
6 CYCL DEF 28 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА	Определение параметров обработки
Q1=-7 ;ГЛ. ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q10=-4 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ	
Q12=250 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q16=25 ;РАДИУС	
Q17=1 ;ТИП РАЗМЕРОВ	
Q20=10 ;ШИРИНА КАНАВКИ	
Q21=0.02 ;ДОПУСК	Дополнительная обработка активна
7 L C+0 R0 FMAX M3	Предварительное позиционирование круглого стола
8 CYCL CALL	Вызов цикла
9 L Y+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы

10 LBL 1	Подпрограмма контура
11 L X+40 Y+20 RL	Данные оси вращения в мм (Q17=1)
12 L X+50	
13 RND R7.5	
14 L Y+60	
15 RND R7.5	
16 L IX-20	
17 RND R7.5	
18 L Y+20	
19 RND R7.5	
20 L X+40	
21 LBL 0	
22 END PGM C27 MM	

8.6 Циклы строчного фрезерования поверхностей

Обзор

Система ЧПУ предлагает три цикла, при помощи которых можно обрабатывать поверхности, обладающие следующими свойствами:

- ровные прямоугольные
- ровные наклонные
- с любым наклоном
- скручивающиеся

Цикл	Softkey	Стр.
230 СТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ Для ровных прямоугольных поверхностей		327
231 СТАНДАРТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ Для косоугольных, наклонных и скручивающихся поверхностей		329
232 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ Для плоских прямоугольных поверхностей, с указанием припуска и несколькими врезаниями		332

СТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 230)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент с FMAX с текущей позиции на плоскости обработки в точку старта 1; при этом ЧПУ смещает инструмент на значение радиуса инструмента влево и вверх

2 Затем инструмент перемещается с FMAX по оси шпинделя на безопасное расстояние, а потом - на запрограммированную позицию на оси шпинделя с подачей врезания

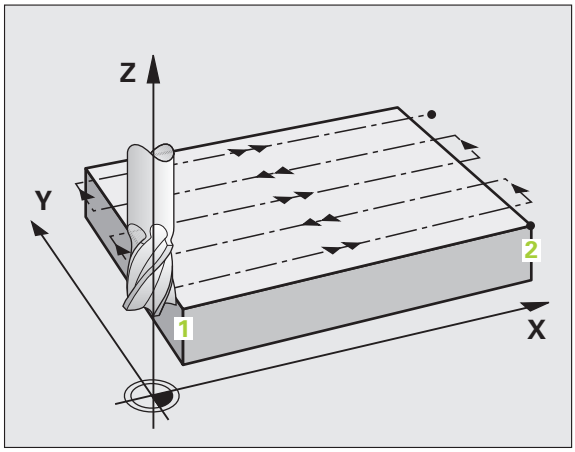
3 Потом инструмент с запрограммированной подачей фрезерования перемещается в конечную точку 2; ЧПУ рассчитывает конечную точку, исходя из запрограммированной точки старта, запрограммированной длины и радиуса инструмента

4 ЧПУ смещает инструмент в поперечном направлении с подачей фрезерования в точку старта следующей строки; ЧПУ рассчитывает смещение, исходя из запрограммированной ширины и количества проходов

5 Затем инструмент возвращается в отрицательном направлении 1-й оси

6 Строчное фрезерование повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет полностью обработана.

7 В конце ЧПУ возвращает инструмент на безопасное расстояние с FMAX

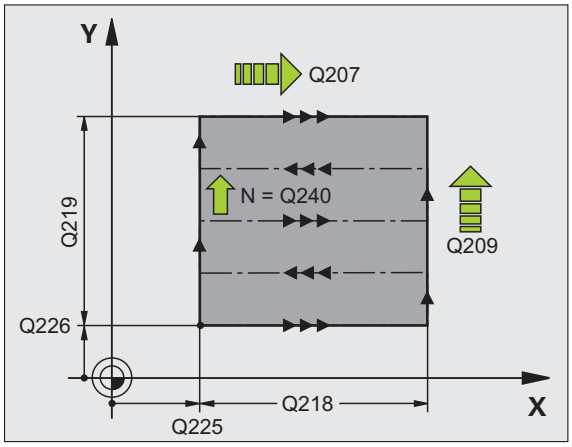


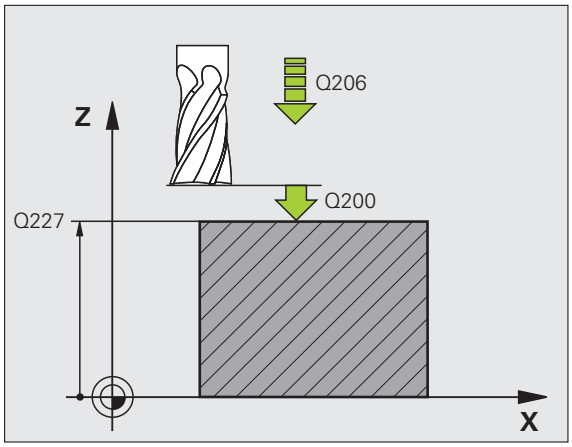
Внимательно прочитайте до начала программирования

Система ЧПУ позиционирует инструмент с текущей позиции сначала в плоскость обработки, а затем по оси шпинделя в точку старта.

Следует произвести такое предварительное позиционирование инструмента, чтобы возможность столкновения с заготовкой или зажимным приспособлением была исключена.

- **Точка старта 1-й оси** Q225 (абсолютная): минимальная координата точки фрезеруемой поверхности на главной оси плоскости обработки
- **Точка старта 2-й оси** Q226 (абсолютная): минимальная координата точки фрезеруемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Точка старта 3-й оси** Q227 (абсолютная): высота на оси шпинделя, на которой выполняется фрезерование поверхности
- **1-я длина боковой поверхности** Q218 (в инкрементах): длина фрезеруемой поверхности на главной оси плоскости обработки, соотнесенная с точкой старта 1-й оси
- **2-я длина боковой поверхности** Q219 (в инкрементах): длина фрезеруемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки, соотнесенная с точкой старта 2-й оси
- **Количество проходов** Q240: количество строк, по ширине которых ЧПУ должна перемещать инструмент
- **Подача на врезание** Q206: скорость перемещения инструмента при перемещении с безопасного расстояния на глубину фрезерования в мм/мин
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Поперечная подача** Q209: скорость перемещения инструмента при перемещении на следующую строку в мм/мин; если выполняется поперечное врезание в материал, следует ввести значение параметра Q209 меньшее, чем параметра Q207; если выполняется поперечное перемещение вне материала, то для параметра Q209 допускается большее значение, чем для параметра Q207.
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между вершиной инструмента и глубиной фрезерования для позиционирования в начале и в конце цикла





Пример: NC-кадры

```
71 CYCL DEF 230 СТР. ФРЕЗЕРОВАНИЕ
      Q225=+10 ;ТОЧКА СТАРТА 1-ОЙ ОСИ
      Q226=+12 ;ТОЧКА СТАРТА 2-ОЙ ОСИ
      Q227=+2.5;ТОЧКА СТАРТА 3-ЕЙ ОСИ
      Q218=150 ;1-Я ДЛИНА БОК.
                ПОВЕРХНОСТИ
      Q219=75  ;2-Я ДЛИНА БОК.
                ПОВЕРХНОСТИ
      Q240=25  ;ЧИСЛО СТРОК
      Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ
      Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q209=200 ;ПОПЕРЕЧНАЯ ПОДАЧА
      Q200=2   ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
```

СТАНДАРТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (цикл 231)

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент при помощи трехмерного перемещения прямых из текущей позиции в точку старта 1

2 Потом инструмент перемещается с запрограммированной подачей фрезерования в конечную точку 2

3 Там ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX в положительном направлении оси шпинделя на значение, равное диаметру инструмента, а затем возвращает инструмент в точку старта 1

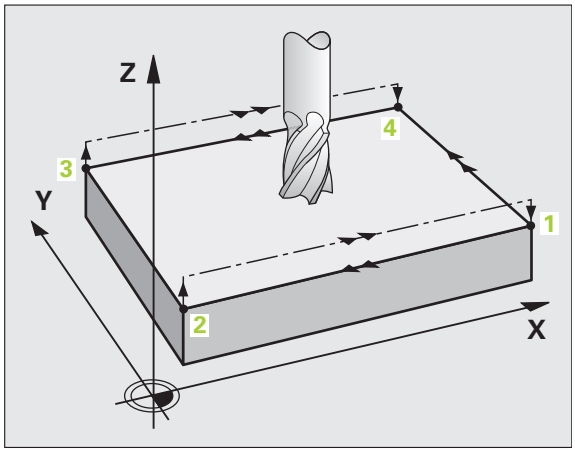
4 В точке старта 1 ЧПУ снова перемещает инструмент на то Z-значение, на которое инструмент был перемещен в последний раз

5 Затем ЧПУ смещает инструмент по всем трем осям от точки 1 по направлению к точке 4 на следующую строку

6 Затем ЧПУ перемещает инструмент в конечную точку этой строки . Конечную точку ЧПУ рассчитывает, исходя из координат точки 2 и смещения в направлении точки 3

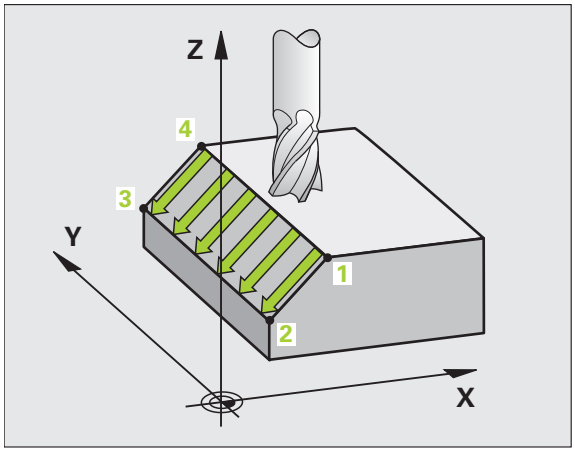
7 Строчечное фрезерование повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет полностью обработана.

8 В конце Система ЧПУ позиционирует инструмент над самой удаленной от контура точке (из заданных) на оси шпинделя на значение диаметра инструмента



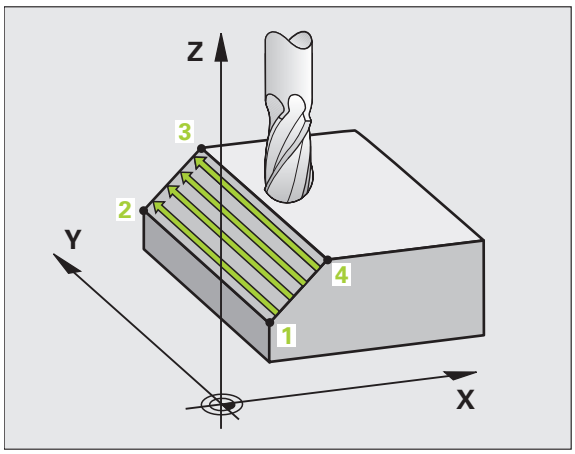
Обработка резкой

Точку старта, а вместе с ней и направление фрезерования можно выбрать, потому что ЧПУ обычно выполняет отдельные проходы от точки 1 до точки 2, а общая траектория проходит от точки 1 / 2 до точки 3 / 4 . Можно назначить точку 1 в каждом углу обрабатываемой поверхности.



Можно оптимизировать качество поверхности в случае использования концевых фрез следующим образом:

- При обработке строганием (значение координаты точки 1 на оси шпинделя больше значения координаты точки 2 на оси шпинделя) на слегка наклоненных поверхностях.
- При обработке протяжкой (значение координаты точки 1 на оси шпинделя меньше значения координаты точки 2 на оси шпинделя) на поверхностях с большим углом наклона
- на искривленных поверхностях, назначив направление главного движения (от точки 1 к точке 2) в сторону наибольшего наклона поверхности.



Можно оптимизировать качество поверхности в случае использования радиусных фрез следующим образом:

- на искривленных поверхностях назначить направление главного движения (от точки 1 к точке 2) перпендикулярно к наибольшему наклону

Внимательно прочитайте до начала программирования

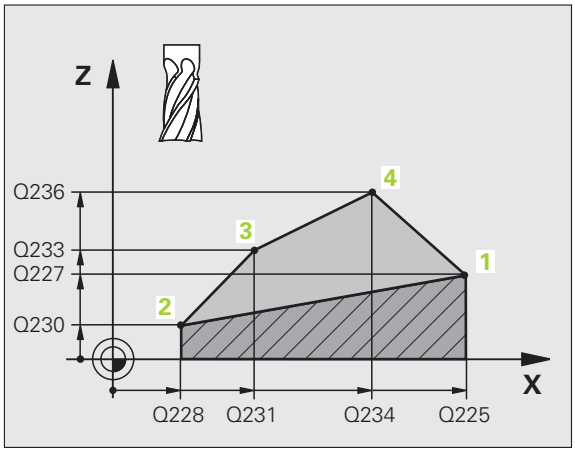
Система ЧПУ позиционирует инструмент от текущей позиции при помощи трехмерного перемещения прямых в точку старта 1. Следует так произвести предварительное позиционирование инструмента, чтобы избежать столкновения инструмента с заготовкой или зажимными приспособлениями.

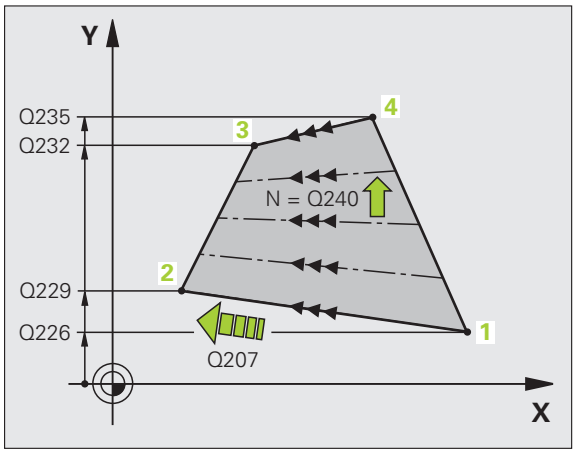
ЧПУ перемещает инструмент с поправкой на радиус R0 между введенными позициями

При необходимости следует использовать фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (DIN 844).

231

- **Точка старта 1-й оси** Q225 (абсолютная): координата точки старта обрабатываемой поверхности на главной оси плоскости обработки
- **Точка старта 2-й оси** Q226 (абсолютная): координата точки старта обрабатываемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Точка старта 3-й оси** Q227 (абсолютная): координата точки старта обрабатываемой поверхности на оси шпинделя
- **2-я точка 1-й оси** Q228 (абсолютная): координата конечной точки обрабатываемой поверхности на главной оси плоскости обработки
- **2-я точка 2-й оси** Q229 (абсолютная): координата конечной точки обрабатываемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки
- **2-я точка 3-й оси** Q230 (абсолютная): координата конечной точки обрабатываемой поверхности на оси шпинделя
- **3-я точка 1-й оси** Q231 (абсолютная): координата точки 3 на главной оси плоскости обработки
- **3-я точка 2-й оси** Q232 (абсолютная): координата точки 3 на вспомогательной оси плоскости обработки
- **3-я точка 3-й оси** Q233 (абсолютная): координата точки 3 на оси шпинделя





- **4-ая точка 1-ой оси** Q234 (абсолютная): координата точки 4 на главной оси плоскости обработки
- **4-ая точка 2-ой оси** Q235 (абсолютная): координата точки 4 на вспомогательной оси плоскости обработки
- **4-я точка 3-й оси** Q236 (абсолютная): координата точки 4 на оси шпинделя
- **Количество проходов** Q240: количество строк, по которым ЧПУ должна перемещать инструмент между точками 1 и 4, и между точками 2 и 3 .
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. ЧПУ выполняет первое резание со скоростью подачи, составляющей половину запрограммированного значения.

Пример: NC-кадры

```
72 CYCL DEF 231 СТАНДАРТНАЯ ПОВ.
     Q225=+0   ;ТОЧКА СТАРТА 1-ОЙ ОСИ
     Q226=+5   ;ТОЧКА СТАРТА 2-ОЙ ОСИ
     Q227=-2   ;ТОЧКА СТАРТА 3-ЕЙ ОСИ
     Q228=+100;2-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
     Q229=+15 ;2-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
     Q230=+5   ;2-АЯ ТОЧКА 3-ЕЙ ОСИ
     Q231=+15 ;3-Я ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
     Q232=+125;3-Я ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
     Q233=+25 ;3-Я ТОЧКА 3-ЕЙ ОСИ
     Q234=+15 ;4-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
     Q235=+125;4-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
     Q236=+25 ;4-АЯ ТОЧКА 3-ЕЙ ОСИ
     Q240=40   ;ЧИСЛО СТРОК
     Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ (цикл 232)

С помощью цикла 232 можно выполнять фрезерование плоских поверхностей несколькими врезаниями и при учете припуска на чистовую обработку. Существует три стратегии обработки:

- **Стратегия Q389=0**: обработка в форме меандра, подача на глубину со стороны, находящейся вне обрабатываемой поверхности
- **Стратегия Q389=1**: обработка в форме меандра, подача на глубину со стороны, находящейся внутри обрабатываемой поверхности
- **Стратегия Q389=2**: обработка построчно, обратный ход и подход к следующей строке с подачей предварительного позиционирования.

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент из текущей позиции на ускоренном ходу FMAX с логикой позиционирования в точку старта 1: если текущая позиция на оси шпинделя находится от контура на удалении, превышающем 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает инструмент сначала в плоскость обработки, а затем по оси шпинделя, или же сначала на 2-е безопасное расстояние, а потом в плоскость обработки. Точка старта в плоскости обработки находится (со смещением на радиус инструмента и на безопасное расстояние от боковой поверхности) рядом с заготовкой

2 Затем инструмент со скоростью подачи позиционирования перемещается по оси шпинделя на рассчитанную ЧПУ первую глубину врезания

Стратегия Q389=0

3 Затем инструмент перемещается с запрограммированной скоростью подачи фрезерования в конечную точку 2. Конечная точка находится **вне** поверхности, ЧПУ рассчитывает ее, исходя из координат запрограммированной точки старта, значения запрограммированной длины, запрограммированного безопасного расстояния от боковой поверхности контура и радиуса инструмента

4 ЧПУ смещает инструмент со скоростью подачи предварительного позиционирования в поперечном направлении в точку старта следующей строки; ЧПУ рассчитывает смещение, исходя из значения запрограммированной ширины, радиуса инструмента и максимального коэффициента перекрытия траекторий

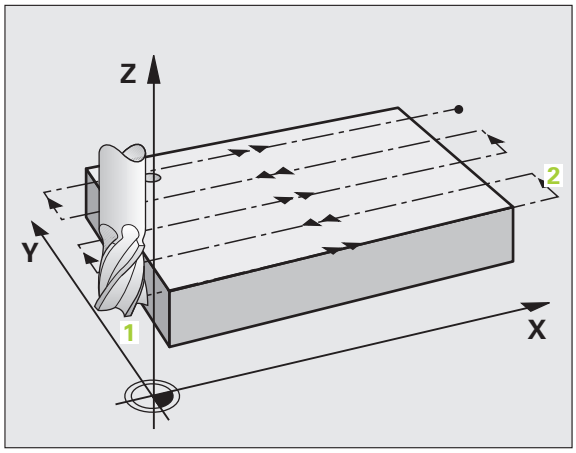
5 Затем инструмент возвращается по направлению к точке старта 1

6 Процесс повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет обработана полностью. В конце последнего прохода осуществляется врезание на следующую глубину обработки

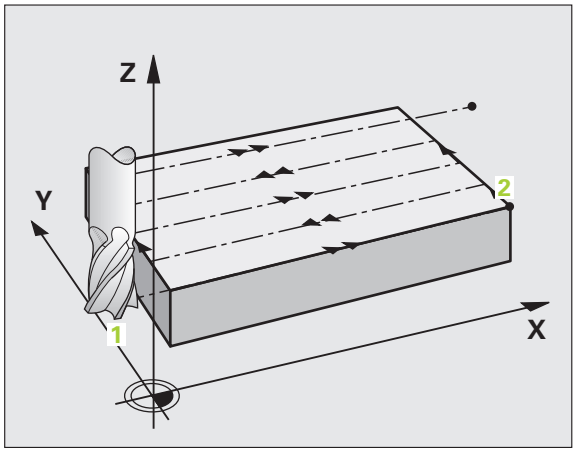
7 Затем плоскость обрабатывается в обратной последовательности для того, чтобы избежать холостых ходов

8 Процесс повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все врезания. При последнем врезании выполняется фрезерование только заданного припуска на чистовую обработку с подачей чистовой обработки

9 В конце ЧПУ возвращает инструмент с FMAX на 2-е безопасное расстояние



Стратегия Q389=1



3 Затем инструмент перемещается в конечную точку 2 с программированной подачей фрезерования. Конечная точка лежит **в пределах** поверхности, ЧПУ рассчитывает ее, исходя из координат запрограммированной точки старта, значения запрограммированной длины и радиуса инструмента

4 ЧПУ смещает инструмент со скоростью подачи предварительного позиционирования в поперечном направлении в точку старта следующей строки; ЧПУ рассчитывает смещение, исходя из значения запрограммированной ширины, радиуса инструмента и максимального коэффициента перекрытия траекторий

5 Затем инструмент возвращается по направлению к точке старта 1. Смещение на следующую строку происходит внутри заготовки

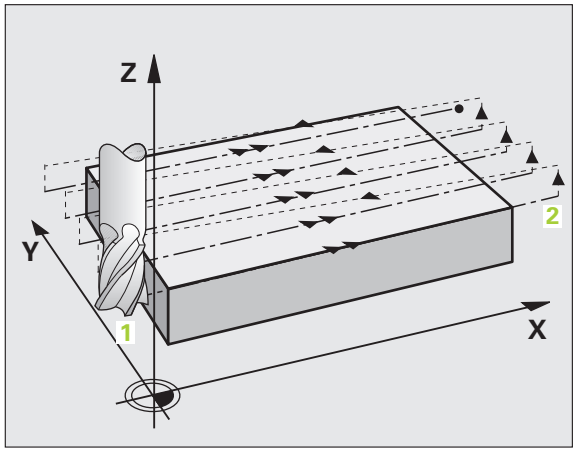
6 Процесс повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет обработана полностью. В конце последнего прохода осуществляется врезание на следующую глубину обработки

7 Затем плоскость обрабатывается в обратной последовательности для того, чтобы избежать холостых ходов

8 Процесс повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все врезания. При последнем врезании выполняется фрезерование только заданного припуска на чистовую обработку с подачей чистовой обработки

9 В конце ЧПУ возвращает инструмент с FMAX на 2-е безопасное расстояние

Стратегия Q389=2



3 Затем инструмент перемещается в конечную точку 2 с запрограммированной подачей фрезерования . Конечная точка лежит вне поверхности, ЧПУ рассчитывает ее исходя из координат запрограммированной точки старта, значения запрограммированной длины, запрограммированного безопасного расстояния от боковой поверхности и радиуса инструмента

4 ЧПУ перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние над точкой действительной глубины врезания и возвращается прямо в точку старта следующей строки с подачей предварительного позиционирования. ЧПУ рассчитывает смещение исходя из значения запрограммированной ширины, радиуса инструмента и максимального коэффициента наложения траекторий

5 Затем инструмент вновь перемещается на текущую глубину врезания, а затем снова по направлению к конечной точке 2

6 процесс строчного фрезерования повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет обработана полностью. В конце последнего прохода осуществляется врезание на следующую глубину обработки

7 Затем плоскость обрабатывается в обратной последовательности для того, чтобы избежать холостых ходов

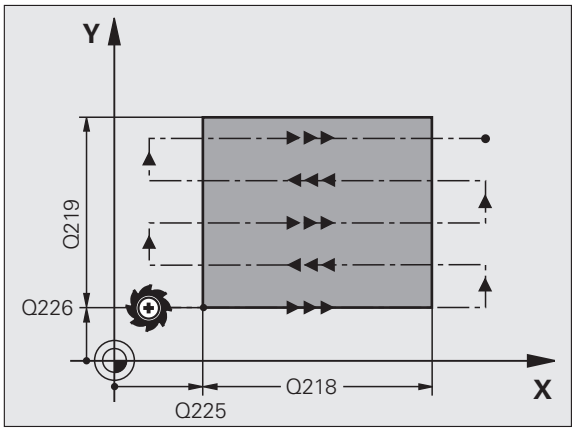
8 Процесс повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все врезания. При последнем врезании выполняется фрезерование только заданного припуска на чистовую обработку с подачей чистовой обработки

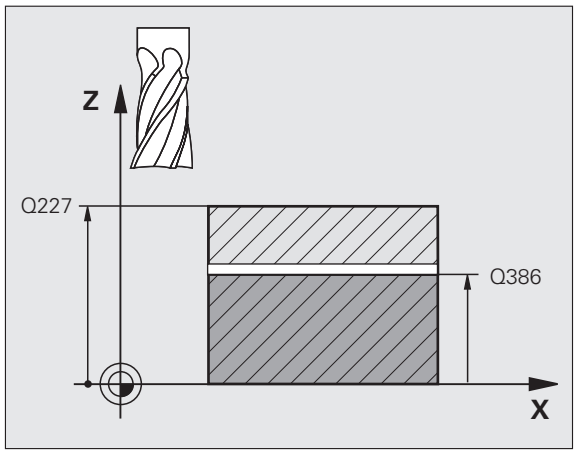
9 В конце ЧПУ возвращает инструмент с FMAX на 2-е безопасное расстояние

Внимательно прочитайте до начала программирования

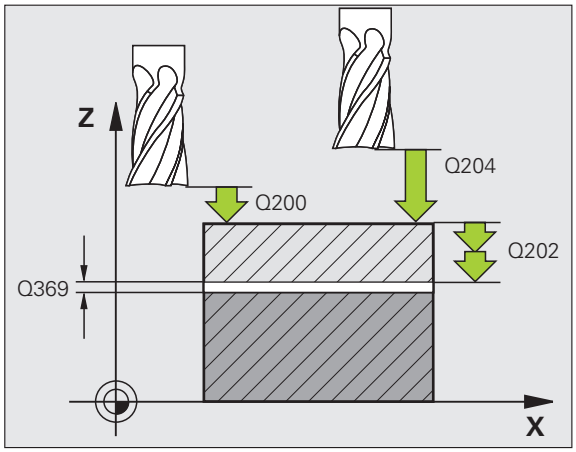
Следует ввести такое значение для 2-го безопасного расстояния Q204, чтобы столкновение с заготовкой или зажимными приспособлениями стало невозможным.

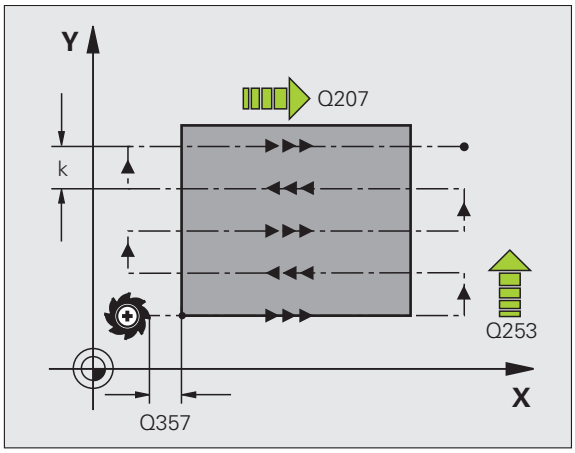
- **Стратегия обработки (0/1/2)** Q389: определить, как ЧПУ должна обрабатывать поверхность:
  0: меандровая обработка, врезание со стороны боковой поверхности с подачей позиционирования вне обрабатываемой поверхности
  1: меандровая обработка, врезание со стороны боковой поверхности с подачей фрезерования в пределах обрабатываемой поверхности
  2: построчная обработка, обратный ход и врезание со стороны боковой поверхности с подачей позиционирования
- **Точка старта 1-й оси** Q225 (абсолютная): координата точки старта обрабатываемой поверхности на главной оси плоскости обработки
- **Точка старта 2-й оси** Q226 (абсолютная): координата точки старта обрабатываемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки
- **Точка старта 3-й оси** Q227 (абсолютная): координата поверхности заготовки, начиная с которой следует рассчитывать врезания
- **Конечная точка 3-й оси** Q386 (абсолютная): координата на оси шпинделя, до которой следует фрезеровать поверхность
- **1-я длина стороны** Q218 (в инкрементах): длина обрабатываемой поверхности на главной оси плоскости обработки Через знак числа можно определить направление первой траектории фрезерования в отношении к **точке старта 1-й оси**
- **2-я длина стороны** Q219 (в инкрементах): длина обрабатываемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки Через знак числа можно определить направление первого подвода в поперечном отношении к **точке старта 2-й оси**





- **Максимальная глубина врезания** Q202 (в инкрементах): максимальная величина, на которую инструмент производит врезание каждый раз. ЧПУ рассчитывает фактическую глубину врезания из разницы между конечной точкой и точкой старта на оси инструмента (при учете припуска на чистовую обработку) так, что обработка всегда осуществляется на ту же глубину врезания
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q369 (в инкрементах): значение, на которое следует переместить инструмент для последнего врезания
- **Макс. коэффициент перекрытия траекторий** Q370: **Максимальное** врезание со стороны боковой поверхности k. ЧПУ рассчитывает действительное врезание, исходя из значений 2-й длины боковой поверхности (Q219) и радиуса инструмента, а именно так, что обработка всегда производится с постоянной величиной врезания со стороны боковой поверхности. Если в таблицы инструментов введен радиус R2 (например, радиус пластинок при использовании торцовой фрезы со вставными ножами), ЧПУ соответственно уменьшает значение подвода со стороны боковой поверхности.
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин
- **Подача чистовой обработки** Q385: скорость перемещения инструмента при фрезеровании последнего врезания в мм/мин
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: Скорость перемещения инструмента при подводе к позиции старта и при движении на следующую строку в мм/мин; если перемещение в материале производится в поперечном направлении (Q389=1), то ЧПУ осуществляет подвод в поперечном направлении с подачей фрезерования Q207



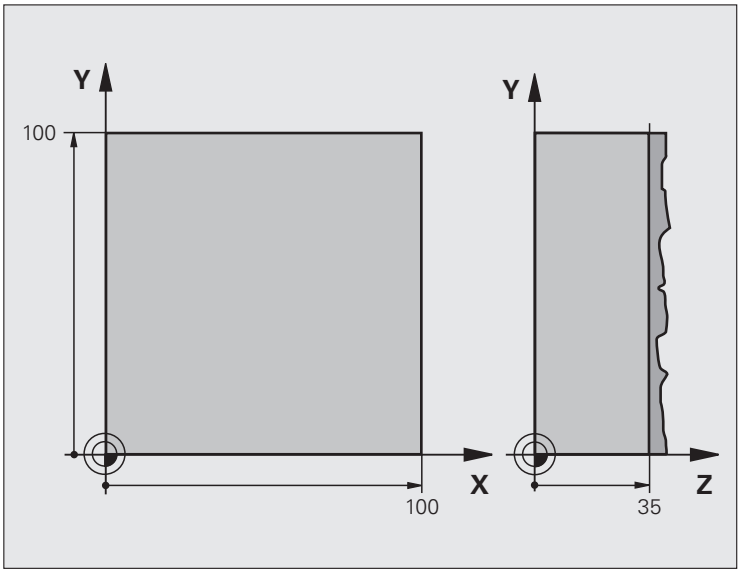


- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до точки старта на оси инструмента. Если фрезерование выполняется согласно стратегии обработки Q389=2, Система ЧПУ производит перемещение на безопасном расстоянии над текущей глубиной подвода к точке старта следующей строки
- **Безопасное расстояние со стороны боковой поверхности** Q357(в инкрементах): удаление инструмента от боковой стороны заготовки при подводе на первую глубину врезания и расстояние, на которое перемещается инструмент при использовании стратегии обработки Q389=0 и Q389=2
- **2-е безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно

Пример: NC-кадры

```
71 CYCL DEF 232 ФРЕЗ. ПЛОСКОСТИ
    Q389=2     ;СТРАТЕГИЯ
    Q225=+10   ;ТОЧКА СТАРТА 1-ОЙ ОСИ
    Q226=+12   ;ТОЧКА СТАРТА 2-ОЙ ОСИ
    Q227=+2.5  ;ТОЧКА СТАРТА 3-ЕЙ ОСИ
    Q386=-3    ;КОН. ТОЧКА 3-ЕЙ ОСИ
    Q218=150   ;1-Я ДЛИНА БОКОВОЙ
                ПОВЕРХНОСТИ
    Q219=75    ;2-Я ДЛИНА БОК.
                ПОВЕРХНОСТИ
    Q202=2     ;МАХ. ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q369=0.5   ;ПРИПУСК СНИЗУ
    Q370=1     ;МАХ. ПЕРЕКРЫВАНИЕ
    Q207=500   ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q385=800   ;ПОДАЧА ЧИСТ. ОБРАБОТКИ
    Q253=2000  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
    Q357=2     ;БЕЗОП. РАССТ. СБОКУ
    Q204=2     ;2. БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
```

Пример: строчное фрезерование



0 BEGIN PGM C230 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 CYCL DEF 230 ABZEILEN	Определение цикла "Строчное фрезерование"
Q225=+0 ;ТОЧКА СТАРТА 1-ОЙ ОСИ	
Q226=+0 ;ТОЧКА СТАРТА 2-ОЙ ОСИ	
Q227=+35 ;ТОЧКА СТАРТА 3-ОЙ ОСИ	
Q218=100 ;1-Я ДЛИНА БОК. ПОВЕРХНОСТИ	
Q219=100 ;2-Я ДЛИНА БОК. ПОВЕРХНОСТИ	
Q240=25 ;ЧИСЛО СТРОК	
Q206=250 ;F-ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q207=400 ;F-ФРЕЗЕРОВАНИЕ	
Q209=150 ;F ПОПЕРЕЧНЫЙ	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	

6 L X+-25 Y+0 R0 FMAX M3	Предварительное позиционирование вблизи точки старта
7 CYCL CALL	Вызов цикла
8 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
9 END PGM C230 MM	

8.7 Циклы преобразования координат

Обзор

Благодаря преобразованию координат ЧПУ может выполнять однократно запрограммированный контур в разных местах заготовки, меняя местоположение и размер контура. ЧПУ предлагает следующие циклы преобразования координат:

Цикл	Softkey	Стр.
7 НУЛЕВАЯ ТОЧКА Перемещение контуров непосредственно в программе или из таблиц нулевых точек		341
247 ЗАДАНИЕ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ Установление точки привязки во время выполнения программы		345
8 ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ Зеркальное отображение контуров		346
10 РАЗВОРОТ Разворот контуров на плоскости обработки		348
11 МАСШТАБИРОВАНИЕ Уменьшение или увеличение контуров		349
26 МАСШТАБИРОВАНИЕ ОСИ Уменьшение или увеличение контуров с характерными для заданной оси коэффициентами масштабирования		350
19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ Обработка в наклонной системе координат для станков с поворотными головками и/или поворотными столами		351

Действие преобразования координат

Начало действия: преобразование координат действует с момента его определения, и, следовательно, не вызывается. Преобразование действительно до тех пор, пока не будет произведен его сброс или задано новое определение.

Сброс преобразования координат:

- Заново определите цикл со значениями для основных режимов работы, например, коэффициент масштабирования 1,0
- Выполните дополнительные функции M02, M30 или кадр END PGM (зависит от машинного параметра „clearMode“)
- Выбор новой программы

Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ (цикл 7)

Благодаря СМЕЩЕНИЮ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ можно повторять обработку в любых местах заготовки.

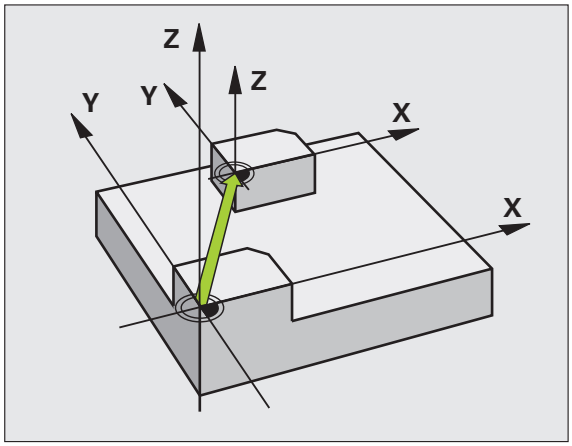
Действие

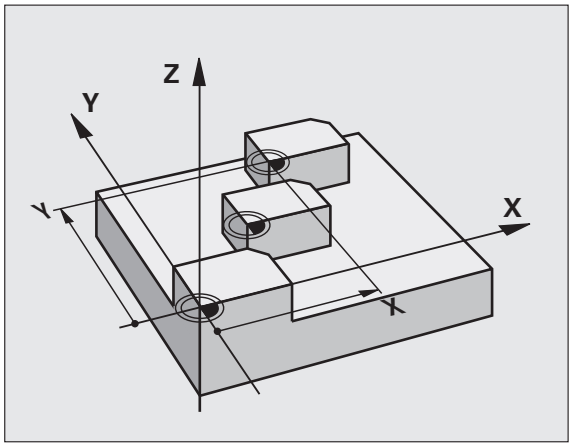
После определения цикла СМЕЩЕНИЕ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ все введенные координаты соотносятся с новой нулевой точкой. Смещение на каждой оси ЧПУ отражается в дополнительной индикации статуса. Ввод осей вращения также допускается.

- **Смещение**: введите координаты новой нулевой точки; абсолютные значения относятся к нулевой точке заготовки, определенной установлением опорной точки; инкрементальные значения всегда относятся к последней действующей нулевой точке, которая уже может быть смещена

Сброс

Смещение нулевой точки со значениями координат X=0, Y=0 и Z=0 отменяет смещение нулевой точки.





Пример: NC-кадры

```
13 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА
14 CYCL DEF 7.1 X+60
16 CYCL DEF 7.3 Z-5
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
```

Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ при помощи таблиц нулевых точек (цикл 7)

То, какая таблица нулевых точек будет использоваться, зависит от режима работы или выбора оператора:

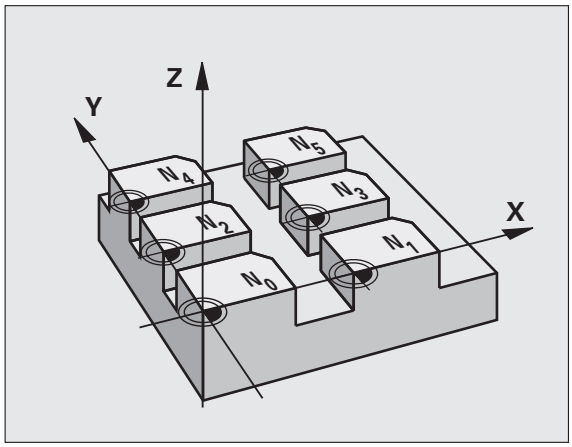
- Режимы работы выполнения программы: таблица „zeroshift.d“
- Режим работы "Тест программы": таблица „simzeroshift.d“

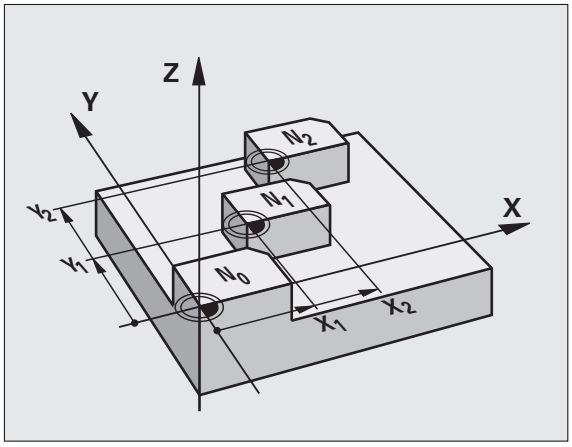
Нулевые точки из таблицы нулевых точек соотносятся с текущей опорной точкой.

Значения координат из таблицы нулевых точек действительны исключительно в абсолютном виде.

Новые строки можно добавить только в конце таблицы.

Если оператор составляет дополнительные таблицы нулевых точек, имя файла должно начинаться с буквы.





Применение

Таблица нулевых точек применяется, например, при

- часто повторяющихся рабочих ходах в разных позициях заготовки или
- при частом использовании одно и того же смещения нулевой точки

В пределах программы можно как задавать нулевые точки напрямую в определении цикла, так и вызывать их из таблицы нулевых точек.

▶ **Смещение**: введите номер нулевой точки из таблицы нулевых точек или введите Q-параметр; если вводится Q-параметр, ЧПУ активирует номер нулевой точки, содержащейся в Q-параметре

Сброс

- Вызов из таблицы нулевых точек смещения с координатами X=0; Y=0 и т.д.
- Вызов смещения с координатами X=0; Y=0 и т.д., напрямую при помощи определения цикла

Пример: NC-кадры

```
77 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА
78 CYCL DEF 7.1 #5
```

Выбор таблицы нулевых точек в NC-программе

С помощью функции **SEL TABLE** следует выбрать таблицу нулевых точек, из которой ЧПУ возьмет нулевые точки:

- Выбор функций для вызова программы: нажмите клавишу PGM CALL

- Нажмите клавишу Softkey ТАБЛИЦА НУЛЕВЫХ ТОЧЕК
- Введите в таблицу полный путь доступа к таблице нулевых точек или нажмите клавишу Softkey ВЫБРАТЬ и подтвердите выбор клавишей END

Программирование **SEL TABLE**-кадра перед циклом 7 "Смещение нулевой точки".

Выбранная при помощи **SEL TABLE** таблица нулевых точек остается активной до тех пор, пока при помощи **SEL TABLE** не будет выбрана другая таблица нулевых точек.

Редактирование таблицы нулевых точек в режиме работы "Программирование"

Выберите таблицу нулевых точек в режиме работы **"Программирование"**

- Вызов управления файлами: нажмите клавишу PGM MGTсмотри „Управление файлами: основы”, страница 77
- Индикация таблицы нулевых точек: нажмите клавишу Softkey ВЫБОР ТИПА и ПОКАЗАТЬ .D
- Выберите таблицу или введите новое имя файла
- Редактирование файла. Панель Softkey отображает следующие, подходящие для этого, функции:

Функция	Softkey
Переход в начало таблицы	НАЧАЛО
Переход в конец таблицы	КОНЕЦ
Постраничное пролистывание вверх	СТРАНИЦА
Постраничное пролистывание вниз	СТРАНИЦА
Добавление строки (возможно только в конце таблицы)	ВСТАВИТЬ СТРОКУ
Удаление строки	УДАЛИТЬ СТРОКУ

Функция	Softkey
Поиск	FIND
Перемещение курсора в начало строки	НАЧАЛО СТРОКИ ←
Перемещение курсора в конец строки	КОНЕЦ СТРОКИ →
Копирование текущего значения	COPY FIELD COPY
Вставка скопированного значения	PASTE FIELD PASTE
Вставка количества строк для ввода (нулевых точек) в конце таблицы	N СТРОК ВСТАВИТЬ В КОНЦЕ

Конфигурация таблицы нулевых точек

Если нет необходимости определять нулевую точку для активной оси, следует нажать клавишу DEL. Тогда система ЧПУ удалит числовое значение из соответствующего поля ввода.

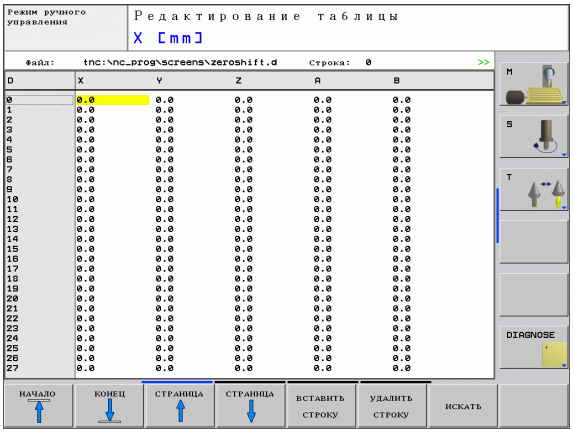
Выход из таблицы нулевых точек

В управлении файлами выберите отображение другого типа файла и выберите файл.

После изменения значения в таблице нулевых точек следует сохранить это изменение нажатием клавиши ENT. В противном случае это изменение не будет учитываться при отработке программы.

Индикация состояния

В дополнительной индикации состояния указываются значения активного смещения нулевой точки(смотри „Преобразование координат” на странице 40).



ЗАДАНИЕ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ (цикл 247)

С помощью цикла НАЗНАЧЕНИЕ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ можно активировать предустановку, определенную в таблице предустановок, в качестве новой опорной точки.

Действие

После определения цикла НАЗНАЧЕНИЕ ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ все введенные координаты и смещения нулевых точек (абсолютные и инкрементальные) относятся к новой предустановке.

- **Nummer fr Номер точки привязки?**: укажите номер точки привязки из таблицы предустановок, которая должна быть активирована

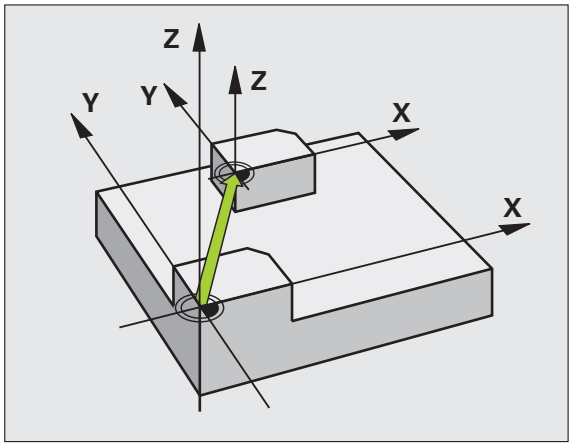
При активировании точке привязки из таблицы предустановок ЧПУ отменяет активное смещение нулевой точки.

Если оператор активирует номер предустановки 0 (строка 0), ему следует активировать последнюю точку привязки, заданную в ручном режиме работы.

В режиме работы PGM-тест цикл 247 не действует.

Индикация состояния

В дополнительной индикации состояния (ПОКАЗАТЬ ИНД. СОСТ.) Система ЧПУ отображает активный номер предустановки после диалога **Точка привязки**.

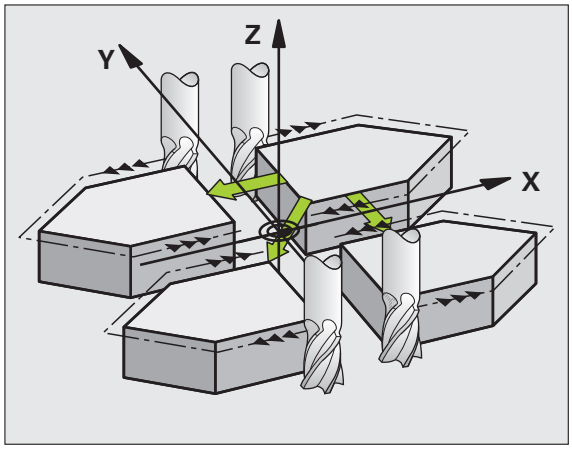


Пример: NC-кадры

```
13 CYCL DEF 247 УСТАНОВКА ТОЧКИ
ПРИВЯЗКИ
      Q339=4     ;НОМЕР ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ
```

ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ (цикл 8)

Система ЧПУ может выполнять обработку на плоскости обработки с зеркальным отображением.



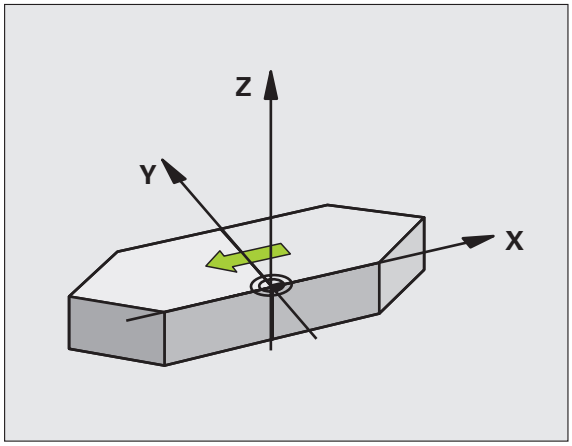
Действие

Зеркальное отображение активно с момента его определения в программе. Оно также действует в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом данных". ЧПУ отображает активные оси зеркального отображения в дополнительной индикации состояния.

- Если симметрично отразить только одну ось, изменится направление вращения инструмента. Этот принцип не действует в случае циклов обработки.
- Если зеркально отображаются две оси, то направление вращения сохраняется.

Результат зеркального отображения зависит от положения нулевой точки:

- Нулевая точка лежит на зеркально отображаемом контуре: элемент зеркально отображается непосредственно в нулевой точке;
- Нулевая точка лежит вне зеркально отображаемого контура: элемент дополнительно смещается;

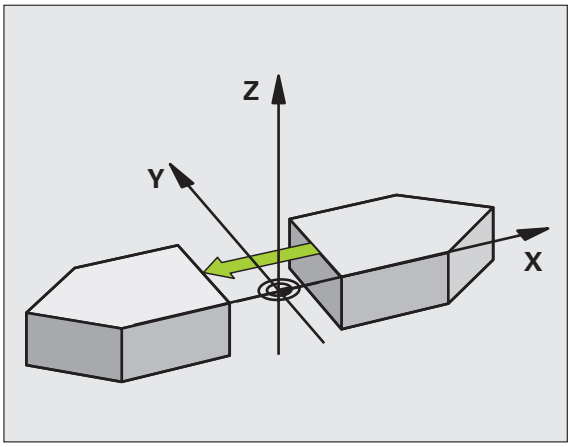


☞ Если зеркально отображается только одна ось, изменяется направление вращения в циклах фрезерования с номерами от 200. Исключение: цикл 208, в котором сохраняется определенное в цикле направление вращения.

▶ **Отображаемая ось?**: введите ось, которую следует отражать; можно отражать все оси – включая оси вращения, за исключением оси шпинделя и относящейся к ней вспомогательной оси. Допускается ввод максимум трех осей.

Сброс

Заново запрограммируйте цикл ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ с вводом NO ENT.

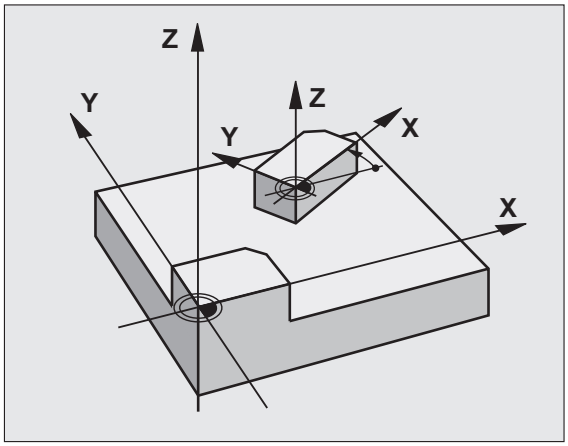


Пример: NC-кадры

```
79 CYCL DEF 8.0 ЗЕРК. ОТОБРАЖЕНИЕ
80 CYCL DEF 8.1 X Y U
```

ПОВОРОТ (цикл 10)

В пределах программы система ЧПУ может поворачивать систему координат вокруг активной нулевой точки на плоскости обработки.



Действие

ПОВОРОТ действует с момента его определения в программе. Он также действует в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом данных". ЧПУ показывает активный угол поворота в дополнительной индикации состояния.

Опорная ось для угла поворота:

- X/Y-плоскость X-ось
- Y/Z-плоскость Y-ось
- Z/X-плоскость Z-ось

Внимательно прочитайте до того, как начать программирование

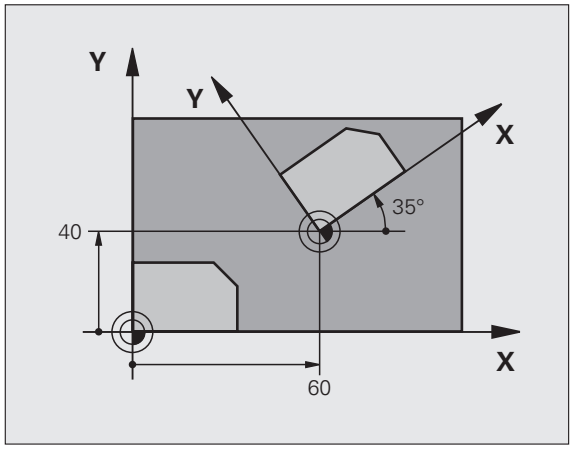
Система ЧПУ отменяет активную поправку на радиус путем определения цикла 10. При необходимости следует повторно задать поправку на радиус.

После определения цикла 10 переместите обе оси плоскости обработки для активации поворота.

▶ **Поворот**: введите угол поворота в градусах (°). Диапазон ввода: -360° до +360° (абсолютные или инкрементальные)

Сброс

Заново запрограммируйте цикл ПОВОРОТ с углом поворота 0°.

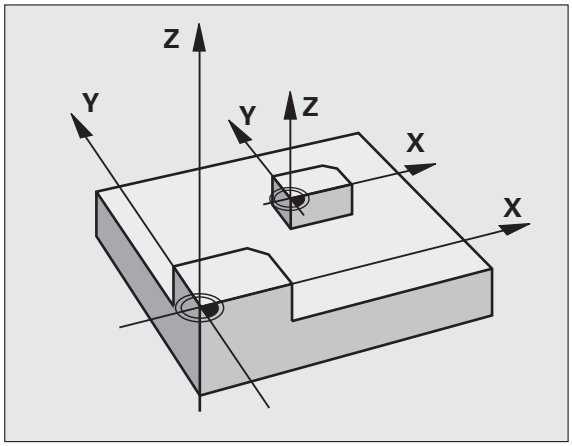


Пример: NC-кадры

```
12 CALL LBL 1
13 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА
14 CYCL DEF 7.1 X+60
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
16 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL 1
```

МАСШТАБИРОВАНИЕ (цикл 11)

В пределах программы система ЧПУ может увеличивать или уменьшать контуры. Так можно учитывать, например, коэффициенты уменьшения или припуска.



Действие

МАСШТАБИРОВАНИЕ действует с момента его определения в программе. Также он действует в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом данных". ЧПУ показывает активный коэффициент масштабирования в дополнительной индикации состояния.

Масштабирование действует

- на всех трех осях координат одновременно
- на данные по размерам в циклах

Условие

Перед выполнением увеличения или уменьшения следует сместить нулевую точку на кромку или в угол контура.

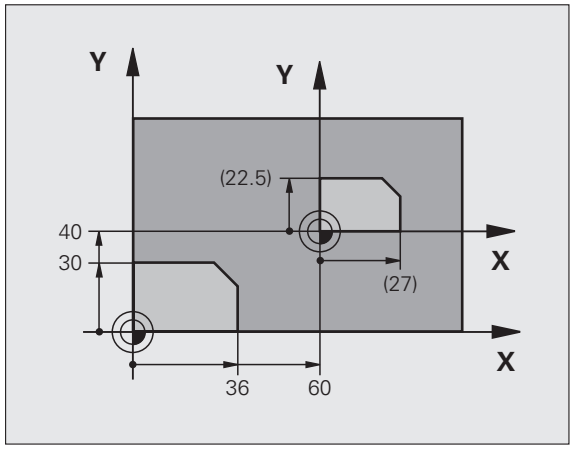
▶ **Faktor? (Коэффициент?)**: введите коэффициент SCL (англ.: масштабирование); система ЧПУ умножит координаты и радиусы на SCL (как описано в “Действии”)

Увеличение: значение SCL больше 1 (возможное значение - до 99,999 999)

Уменьшение: значение SCL меньше 1 (возможное значение - до 0,000 001)

Сброс

Запрограммируйте цикл МАСШТАБИРОВАНИЕ с коэффициентом 1.



Пример: NC-кадры

```
11 CALL LBL 1
12 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА
13 CYCL DEF 7.1 X+60
14 CYCL DEF 7.2 Y+40
15 CYCL DEF 11.0 КОЭФ. МАСШТАБ.
16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

МАСШТАБИРОВАНИЕ ОСИ (цикл 26)

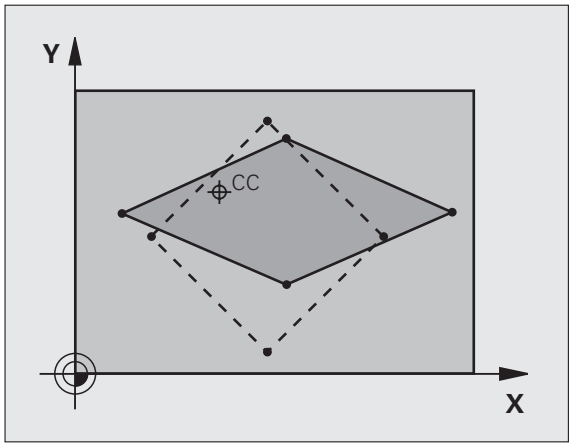
Внимательно прочитайте до начала программирования

Запрещается растягивать или сжимать (с использованием разных коэффициентов) оси координат с позициями для круговых траекторий.

Для каждой оси координат можно ввести собственный специальный коэффициент.

Дополнительно можно запрограммировать координаты центра для всех коэффициентов.

Контур растягивается по направлению из центра или сжимается к центру, то есть не обязательно от текущей нулевой точке или к ней, как и в цикле 11 МАСШТАБИРОВАНИЕ.



Действие

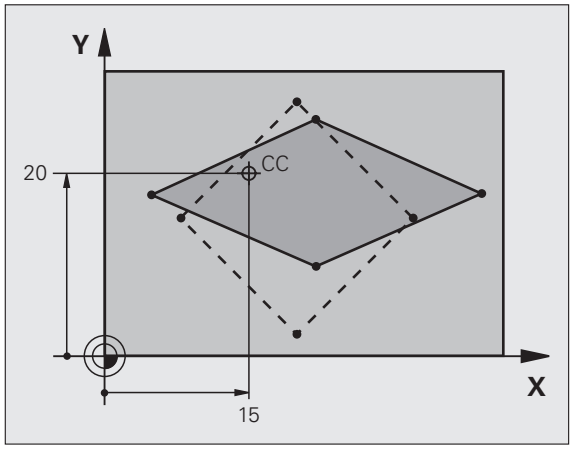
МАСШТАБИРОВАНИЕ действует с момента его определения в программе. Также он действует в режиме работы "Позиционирование с ручным вводом данных". ЧПУ показывает активный коэффициент масштабирования в дополнительной индикации состояния.

- **Ось и коэффициент**: ось(и) координат и коэффициент(ы) специфического для оси расширения или обжима. Введите положительное значение – максимально 99,999 999
- **Координаты центра**: центр расширения или обжима для конкретной оси.

Оси координат выбираются при помощи клавиш Softkey.

Сброс

Заново запрограммируйте цикл МАСШТАБИРОВАНИЕ с коэффициентом 1 для соответствующей оси.



Пример: NC-кадры

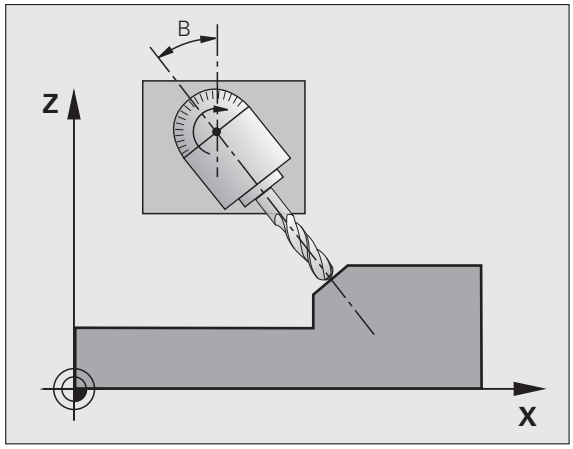
```
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 КОЭФ. МАСШТАБ. ОСИ
27 CYCL DEF
26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1
```

ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, ПО-опция 1)

Функции для разворота плоскости обработки адаптируются фирмой-производителем к ЧПУ и станку. При определенных поворотных головках (поворотных столах) фирма-производитель станка определяет, как ЧПУ будет интерпретировать запрограммированные углы: как координаты осей вращения или как угловые компоненты поверхности под наклоном. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Разворот плоскости обработки производится всегда вокруг активной нулевой точки.

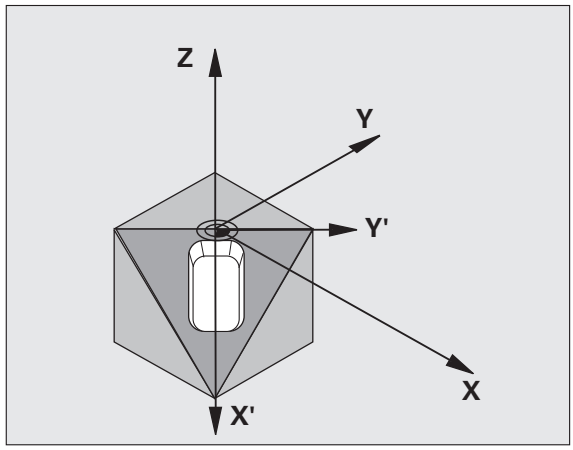
Основные положения смотри „Разворот плоскости обработки (ПО-опция 1)”, страница 60: внимательно изучите весь данный раздел.



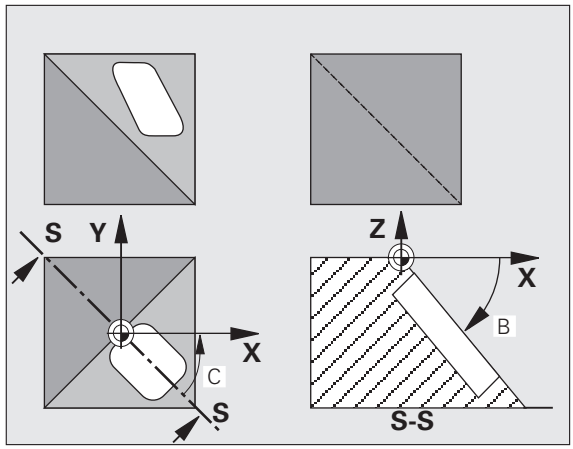
Действие

В цикле 19 следует определить положение плоскости обработки, т.е., положение оси инструмента относительно фиксированной системы координат станка, задав углы наклона. Положение плоскости обработки можно назначить двумя способами:

- Введите положение осей поворота напрямую
- Опишите положения плоскости обработки, используя до трех поворотов (пространственных углов) **фиксированной** системы координат станка. Можно получить значение вводимого пространственного угла, выполнив сечение, перпендикулярное к наклоненной плоскости обработки и изучив это сечение с той оси, по которой нужно наклонить плоскость. Имея два пространственных угла, можно однозначно определить любое положение инструмента в пространстве.



Следует учесть, что положение негоризонтальной системы координат и связанные с ней перемещения в негоризонтальной системе зависят от того, как описана наклонная плоскость.



Если положение плоскости обработки запрограммировано через пространственный угол, система ЧПУ автоматически рассчитывает требуемое для этого положение углов осей поворота и записывает их в параметрах от Q120 (A-ось) до Q122 (C-ось). Если возможны два решения, ЧПУ выберет, исходя из нулевого положения осей вращения, кратчайший путь.

Последовательность разворотов с целью расчета положения плоскости четко определена: сначала система ЧПУ поворачивает A-ось, потом B-ось и, наконец, C-ось.

Цикл 19 действует с момента его определения в программе. Сразу после перемещения оси в негоризонтальной системе координат в действие вступает коррекция для этой оси. Если коррекция должна рассчитываться на всех осях, то следует переместить все оси.

Если в режиме работы "Ручное управление" активирована функция **Поворот при выполнении программы** (смотри „Разворот плоскости обработки (ПО-опция 1)”, страница 60), то записанное в этом меню значение угла перезаписывается циклом 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ.

- **Drehachse und -winkel? (Ось вращения и угол вращения?)**: введите ось вращения с относящимся к ней углом вращения; оси вращения A, B и C программируются при помощи клавиш Softkey

В связи с тем, что незапрограммированные значения осей вращения, как правило, всегда интерпретируются программой как неизмененные значения, следует всегда определять все три пространственных угла, даже если величина одного или нескольких углов равна 0.

Если система ЧПУ автоматически позиционирует оси вращения, можно дополнительно ввести следующие параметры

- **Vorschub? (Скорость подачи?) F=**: скорость перемещения оси вращения при автоматическом позиционировании
- **Sicherheits-Abstand? (Безопасное расстояние?)** (в инкрементах): ЧПУ так позиционирует поворотную головку, что позиция, возникающая при продолжении линии инструмента до уровня безопасного расстояния, не изменяется относительно заготовки

Сброс

Для сброса угла наклона следует заново определить цикл ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ и задать для всех осей вращения значение 0°. Затем еще раз определить цикл ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ и подтвердить вопрос диалога клавишей NO ENT. Таким образом, функция становится неактивной.

Позиционирование оси вращения

Производитель станков устанавливает, позиционирует ли цикл 19 ось(и) вращения автоматически или оператор должен предпозиционировать оси вращения в программе. Соблюдайте инструкцию по обслуживанию станка.

Если цикл 19 автоматически позиционирует оси вращения, то действует следующее:

- Система ЧПУ может автоматически позиционировать только отрегулированные оси.
- При определении цикла Вы должны ввести дополнительно к углам поворота безопасное расстояние и подачу для позиционирования осей поворота.
- Используйте только преднастроенные инструменты (полная длина инструментов в таблице инструментов).
- Во время разворота положение вершины инструмента почти не изменяется по отношении к заготовке.
- ЧПУ выполняет операцию поворота с последней заданной скоростью подачи. Максимально достижимая скорость подачи зависит от сложности поворотной головки (поворотного стола).

Если цикл 19 не позиционирует автоматически осей вращения, то Вы позиционируете оси вращения, например, с помощью L-кадра перед определением цикла.

Примеры NC-кадров:

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 L B+15 R0 F1000	Позиционирование оси вращения
13 CYCL DEF 19.0 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ	Определение угла для расчета коррекции
14 CYCL DEF 19.1 B+15	
15 L Z+80 R0 FMAX	Активация коррекции по оси шпинделя
16 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Активация коррекции на плоскости обработки

Индикация позиции в системе под наклоном

Указанные позиции (**ЗАДАННАЯ** и **ФАКТИЧЕСКАЯ**) и индикация нулевых точек в дополнительной индикации состояния относятся после активирования цикла 19 к наклоненной системе координат. Отображаемая позиция не совпадает непосредственно после определения цикла, то есть в данном случае с координатами запрограммированной в последнюю очередь перед циклом 19 позицией.

Контроль рабочего пространства

В негоризонтальной системе координат ЧПУ проверяет на конечный выключатель только перемещаемые оси. При необходимости ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Позиционирование в наклоненной системе

С помощью дополнительной функции M130 Вы можете в наклоненной системе также подходить к тем позициям, которые относятся к ненаклоненной системе координат смотри „Позционирование в системе координат без наклона при наклонной плоскости обработки: M130”, страница 195.

Также позиционирование с кадрами прямых, относящимися к системе координат станка (кадры с M91 или M92), можно выполнить при наклоненной плоскости обработки. Ограничения:

- Позиционирование осуществляется без коррекции на длину инструмента
- Позиционирование осуществляется без коррекции геометрии станка
- Коррекция радиуса инструмента не разрешена

Комбинация с другими циклами преобразования координат

В случае комбинации циклов преобразования координат следует обратить внимание на то, что поворот плоскости обработки всегда выполняется вокруг активной нулевой точки. Вы можете провести смещение нулевой точки перед активированием цикла 19: тогда Вы перемещаете “фиксированную систему координат станка”.

Если Вы перемещаете нулевую точку после активирования цикла 19, то смещаете “наклоненную систему координат ”.

Важно: поступайте при сбросе циклов в обратной последовательности, как при определении, следующим образом:

1. Активируйте перемещение нулевой точки
2. Активируйте поворот плоскости обработки
3. Активируйте позворот

...

Обработка заготовки

...

1. Сбросьте позворот
2. Сбросьте разворота плоскости обработки
3. Сбросьте смещение нулевой точки

Ведущая схема для работы с циклом 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ

1 Составление программы

- Определение инструмента (не требуется, если функция TOOL.T активна), введите полную длину инструмента
- Вызов инструмента
- Так вывести ось шпинделя из материала, что при повороте не произойдет столкновения инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- При необходимости позиционируйте ось(и) вращения с L-кадром на соответствующее значение угла (зависит от параметров станка)
- При необходимости активируйте смещение нулевой точки
- Определите цикл 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ; введите значения углов осей вращения
- Переместите главные оси (X, Y, Z) для активиации коррекции
- Программируйте обработку так, как если бы она выполнялась на ненаклоненной плоскости
- При необходимости определите цикл 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ с другими значениями углов, для выполнения обработки при другом положении осей. В этом случае не требуется сбрасывать цикл 19, можно непосредственно определять новые положения углов
- Сброс цикла 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ; введите для всех осей вращения 0°
- Деактивация функции ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ; заново определите цикл 19, подтвердите вопрос диалога с помощью NO ENT
- При необходимости выполните сброс смещения нулевой точки
- При необходимости позиционируйте оси вращения на 0°-положение

2 Закрепить заготовку

3 Подготовка в режиме работы
Позиционирование с ручным вводом данных

Позиционируйте ось(и) вращения для задания координат опорной точки на соответствующее значение угла. Значение угла ориентируется согласно избранной вами опорной поверхности на заготовке.

4 Подготовка в режиме работы Ручное управление

Установите функцию "Разворот плоскости обработки" с помощью Softkey 3D-ROT на АКТИВНО для режима работы "Ручное управление"; при неотрегулированных осях занести значения углов осей вращения в меню

Если оси не отрегулированы, записанные значения углов должны совпадать с фактической позицией оси (осей) вращения, в противном случае ЧПУ неверно рассчитает опорную точку.

5 Назначение точки привязки

- Вручную путем касания, как в ненаклоненной системе смотри „Привязка к заготовке (без измерительного щупа)”, страница 52
- При помощи ЧПУ с измерительным щупом HEIDENHAIN (см. руководство пользователя "Циклы измерительных щупов", глава 2)
- Автоматически с помощью измерительного щупа HEIDENHAIN (см. руководство пользователя, глава 3)

6 Запуск программы обработки в режиме работы "Выполнение программы в автоматическом режиме"

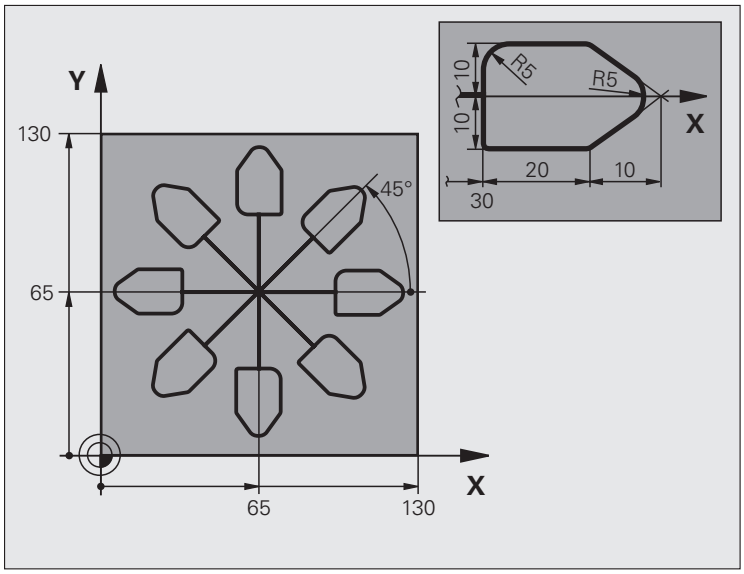
7 Режим работы "Ручное управление"

Установить функцию "Разворот плоскости обработки" с помощью Softkey 3D-ROT на НЕАКТИВНО. Занесите для всех осей вращения значение угла 0° в меню, смотри „Разворот в ручном режиме”, страница 63.

Пример: циклы преобразования координат

Выполнение программы

- Преобразования координат в главной программе
- Обработка в подпрограмме, смотри „Подпрограммы”, страница 367



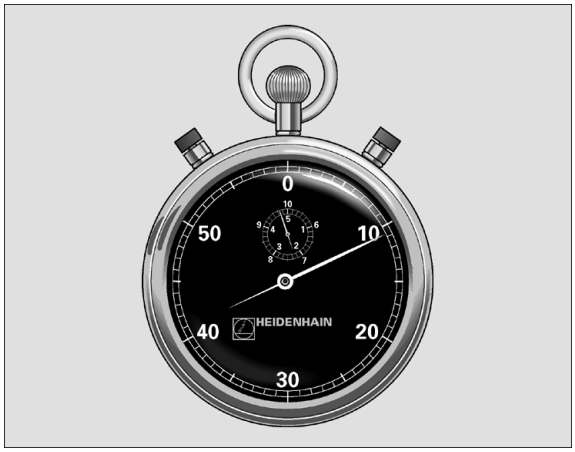
0 BEGIN PGM KOUMR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+130 Y+130 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+1	Определение инструмента
4 TOOL CALL 1 Z S4500	Вызов инструмента
5 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
6 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Смещение нулевой точки в центр
7 CYCL DEF 7.1 X+65	
8 CYCL DEF 7.2 Y+65	
9 CALL LBL 1	Вызов обработки фрезерованием
10 LBL 10	Установка отметки для повтора части программы
11 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Поворот на 45° инкрементально
12 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
13 CALL LBL 1	Вызов обработки фрезерованием
14 CALL LBL 10 REP 6/6	Возврат к LBL 10; в сумме шесть раз
15 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Сброс поворота
16 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
17 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Сброс смещения нулевой точки
18 CYCL DEF 7.1 X+0	
19 CYCL DEF 7.2 Y+0	

20 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
21 LBL 1	Подпрограмма 1
22 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Определение обработки фрезерованием
23 L Z+2 R0 FMAX M3	
24 L Z-5 R0 F200	
25 L X+30 RL	
26 L IY+10	
27 RND R5	
28 L IX+20	
29 L IX+10 IY-10	
30 RND R5	
31 L IX-10 IY-10	
32 L IX-20	
33 L IY+10	
34 L X+0 Y+0 R0 F5000	
35 L Z+20 R0 FMAX	
36 LBL 0	
37 END PGM KOUMR MM	

8.8 Специальные циклы

ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ (цикл 9)

Выполнение программы останавливается на продолжительности периода ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ. Выдержка времени может использоваться, например, для ломки стружки.



Действие

Цикл действует с момента его определения в программе. Модально действующие (неизменяющиеся) состояния не не подвержены воздействиям, таким как поворот шпинделя.

▶ **Выдержка времени в секундах**: введите выдержку времени в секундах

Диапазон ввода от 0 до 3 600 с (1 час) 0,001 сек-шагами

Пример: NC-кадры

```
89 CYCL DEF 9.0 ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ
90 CYCL DEF 9.1 ВЫД. ВРЕМ. 1.5
```

ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ (цикл 12)

Можно сопоставлять любые программы обработки, такие как специальные циклы сверления или геометрические модули с циклом обработки. Тогда эта программа вызывается как цикл.

При программировании необходимо учитывать положения, указанные ниже.

Вызываемая программа должна быть сохранена на жестком диске ЧПУ.

Если Вы вводите только имя программы, заявленная для цикла программа должна находиться в том же списке, что и вызываемая программа.

Если заявляемая для цикла программа не находится в той же самой директории, что и вызываемая программа, введите полное название пути доступа, например, TNC:\KLAR35\FK1\50.H.

Если вам требуется заявить DIN/ISO-программу для цикла, введите тип файла .I за именем программы.

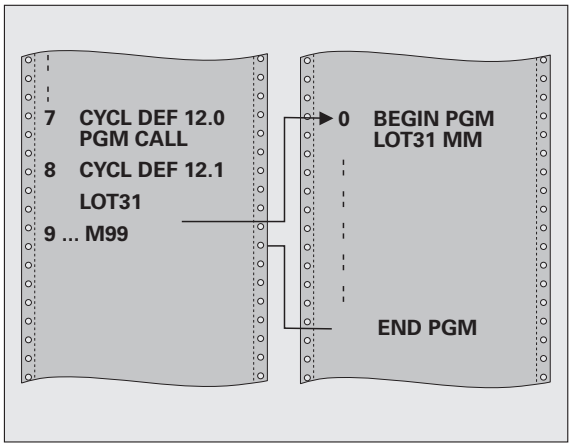
- **Имя программы**: введите имя вызываемой программы, при необходимости с путем доступа к месту, где находится программа, или
- клавишей Softkey ВЫБОР активировать диалоговое окно выбора файла (File-Select) и выбрать вызываемую программу

Программа вызывается с помощью

- CYCL CALL (отдельный кадр) или
- M99 (покадрово) или
- M89 (выполняется после каждого кадра позиционирования)

Пример: вызов программы

Из программы надо вызывать через цикл вызываемую программу 50.



Пример: NC-кадры

```
55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
56 CYCL DEF
12.1 PGM TNC:\KLAR35\FK1\50.H
57 L X+20 Y+50 FMAX M99
```

ОРИЕНТАЦИЯ ШПИНДЕЛЯ (цикл 13)

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

В циклах обработки 202, 204 и 209 используется цикл 13. В NC-программе обратите внимание на то, что может возникнуть необходимость повторно запрограммировать цикл 13 после одного из вышеназванных циклов обработки.

ЧПУ может управлять главным шпинделем станка и поворачивать его в определенное углом положение.

Ориентация шпинделя требуется, например, в таких условиях:

- в случае систем смены инструмента с определенным положением смены для инструмента
- для наладки окна отправки и приема трехмерных измерительных щупов с инфракрасной передачей

Действие

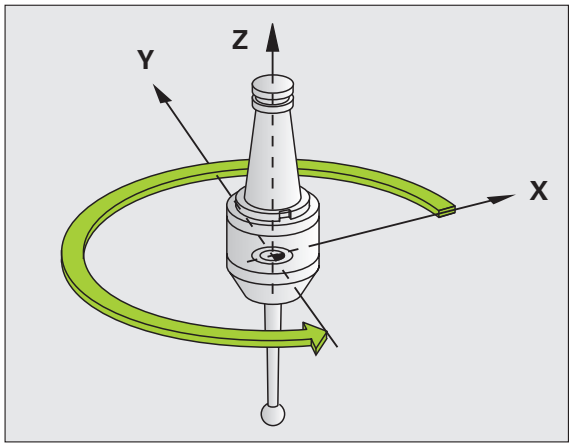
Определенное в цикле положение угла Система ЧПУ позиционирует путем программирования M19 или M20 (зависит от станка).

Если программируется M19 или M20 без предварительного определения цикла 13, Система ЧПУ позиционирует главный шпиндель на значение угла, заданное в параметре станка (см. инструкцию по обслуживанию станка).

▶ **Угол ориентации**: введите угол относительно опорной оси угла рабочей поверхности

Диапазон ввода: 0 до 360°

Точность ввода: 0,1°



Пример: NC-кадры

```
93 CYCL DEF 13.0 ОРИЕНТАЦИЯ
94 CYCL DEF 13.1 УГОЛ 180
```

ДОПУСК (цикл 32)

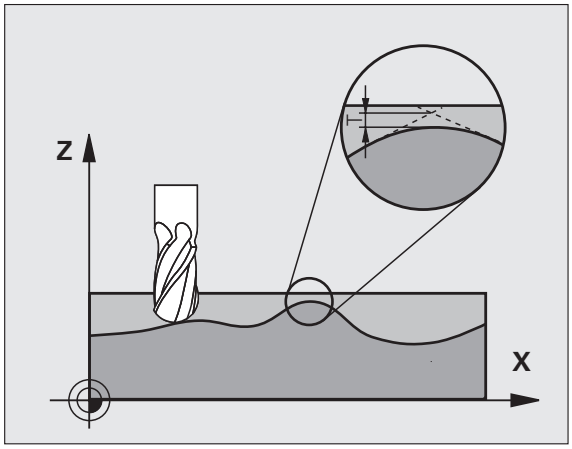
Станок и ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-изготовителем к эксплуатации.

Вводя данные в цикле 32, можно повлиять на результат HSC-обработки, а именно: на точность, качество поверхности и скорость, если система ЧПУ была настроено в соответствии с параметрами станка.

ЧПУ автоматически сглаживает контур между любыми (откорректированными или неоткорректированными) элементами контура. Таким образом, инструмент непрерывно перемещается по поверхности заготовки, предохраняя механические узлы станка. Дополнительно определенный в цикле допуск действует также при перемещениях по дугам окружности.

При необходимости ЧПУ автоматически уменьшает запрограммированную скорость подачи таким образом, что программа всегда отрабатывается “без толчков” и с максимальной скоростью. **Даже если ЧПУ не перемещается с уменьшенной скоростью, то определенный оператором допуск, как правило, всегда поддерживается**. Чем больше определенный допуск, тем быстрее перемещается ЧПУ.

Из-за сглаживания контура возникает отклонение. Величина отклонения от контура (**значение допуска**) определена в параметре станка производителем станка. С помощью цикла **32** можно изменить преднастроенное значение допуска и выбирать разные настройки фильтра, если производитель станков пользуется этими возможностями настройки.

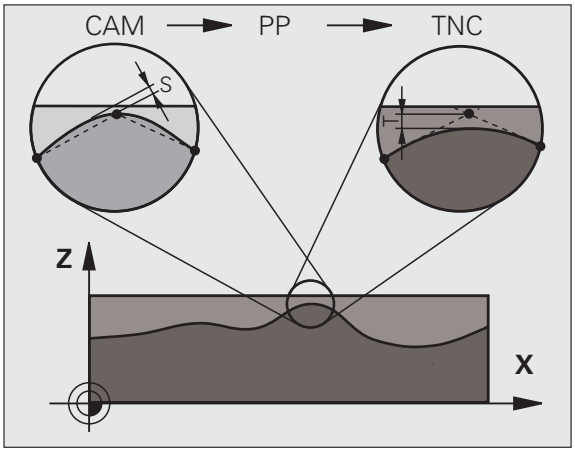


В случае очень малых значений допуска станок не может обрабатывать контур без толчков. Толчки вызваны не ограниченной расчетной мощностью ЧПУ а тем обстоятельством, что ЧПУ должна очень точно выполнять резку на переходных элементах контура, значит, в таких случаях существенно уменьшать скорость.

Факторы, влияющие на определение геометрии в CAM-системе

Значительным фактором, влияющим на внешнее NC-программирование, является определяемая в CAM-системе ошибка спрямления S. Исходя из ошибки спрямления определяется максимальное расстояние точек создаваемой в постпроцессоре (PP) NC-программы. Если ошибка спрямления равна или меньше выбранного в цикле 32 допуска **T**, то ЧПУ может сглаживать точки контура, поскольку подача не ограничивается специальными настройками станка.

Оптимальное сглаживание контура достигается, если выбранное значение допуска в цикле 32 находится между 1,1 и 2-кратной ошибкой спрямления CAM.



Программирование

Перед программированием обратите внимание на указанные ниже условия

Цикл 32 является DEF-активным, что означает, он действует с его определения в программе.

ЧПУ устанавливает цикл 32 в исходное состояние, если

- Вы определяете заново цикл 32 и подтверждаете вопрос диалога о **значении допуска** с помощью NO ENT
- Вы выбираете с помощью клавиши PGM MGT новую программу

После сброса цикла 32 ЧПУ снова активирует предустановленный допуск, используя параметры станка

Введенное значение допуска T интерпретируется ЧПУ в MM-программе в единицу измерения "мм" и в Inch-программе в единицу измерения "дюйм".

Если оператор считывает с циклом 32 программу, содержащую в качестве параметра цикла только **Значение допуска** T, то ЧПУ включает в данном случае остальные два параметра со значением 0.

При возрастающем вводе допуска, как правило, уменьшается диаметр окружности для круговых движений. Если на станке является активным фильтр HSC (при необходимости обращаться с запросом к производителю станков), размеры окружности могут быть больше.

- **Значение допуска T**: допустимое отклонение контура в мм (или в дюймах для Inch-программ)
- **HSC-MODE, чист. обр.=0, чер. обр.=1**: активация фильтра:
  - Значение ввода 0:
    Фрезерование с более высокой точностью контура. Система ЧПУ использует для чистовой обработки определенные производителем станков настройки фильтра.
  - Значение ввода 1:
    Фрезерование с более высокой скоростью подачи. Система ЧПУ использует определенные производителем станков настройки фильтра для черновой обработки. ЧПУ работает с оптимальным сглаживанием точек контура, что сокращает время обработки
- **Допуск для осей вращения TA**: допустимое отклонение положения осей вращения в градусах при активном M128. ЧПУ так уменьшает подачу по контуру, что при многоосевых перемещениях самая медленная ось перемещается с ее максимальной подачей. Как правило, оси вращения значительно медленнее, чем линейные оси. Вводя большой допуск (например, 10°), Вы можете значительно сократить время обработки в случае многоосевых программ, так как ЧПУ не требуется перемещать ось вращения всегда на заданную позицию. Из-за ввода допуска для осей вращения контур не повреждается. Изменяется только положение оси вращения относительно поверхности заготовки

Пример: NC-кадры

```
95 CYCL DEF 32.0 ДОПУСК
96 CYCL DEF 32.1 T0.05
97 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA5
```

9

Программирование: подпрограммы и повторы частей программы

9.1 Обозначение подпрограмм и повторов частей программы

Однократно запрограммированные шаги обработки можно выполнять повторно при помощи подпрограмм и повторов частей программы.

Метка

Названия подпрограмм и повторов частей программ начинаются в программе обработки с метки LBL, сокращением слова LABEL (англ. метка, обозначение).

МЕТКИ получают номера от 1 до 65 534 или имя, задаваемое оператором. Каждый номер или имя метки индивидуальны и могут быть присвоены в программе только один раз при помощи LABEL SET. Количество задаваемых имен меток ограничено только объемом внутренней памяти.

☞ Запрещается многократное использование номера метки или имени метки!

LABEL 0 (LBL 0) обозначает конец подпрограммы и поэтому может использоваться произвольно часто.

9.2 Подпрограммы

Принцип работы

1 Система ЧПУ выполняет программу обработки, пока не будет вызвана подпрограмма **CALL LBL**
2 С этого момента система ЧПУ отрабатывает вызванную подпрограмму до конца подпрограммы **LBL 0**
3 Затем ЧПУ продолжает выполнять программу обработки с того кадра, который следует за вызовом подпрограммы **CALL LBL**

Указания для программирования

- Главная программа может содержать до 254 подпрограмм включительно
- Подпрограммы можно вызывать в любой последовательности и произвольно часто
- Запрещено программировать подпрограмму так, чтобы она вызывала саму себя
- Следует программировать подпрограммы в конце главной программы (за кадром **M02** или **M30**)
- Если подпрограммы находятся в программе обработки перед кадром, содержащим **M02** или **M30**, они как минимум один раз отрабатываются без вызова.

Программирование подпрограммы

LBL SET

- Отметка начала: нажмите клавишу LBL SET
- Введите номер подпрограммы
- Обозначение конца: нажмите клавишу LBL SET и введите номер метки „0“

Вызов подпрограммы

LBL CALL

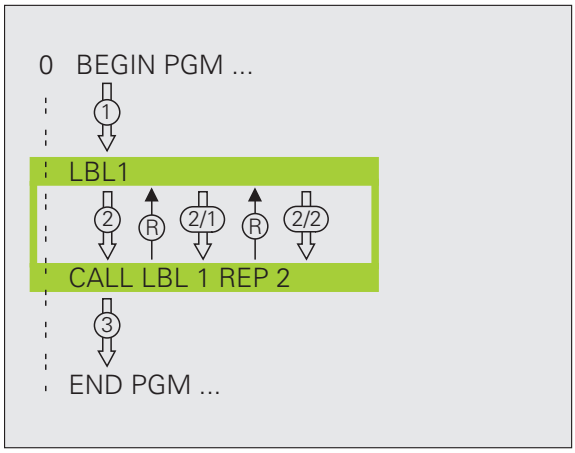
- Вызов подпрограммы: нажмите клавишу LBL CALL
- **Номер метки**: введите номер метки вызываемой подпрограммы. Если нужно ввести имя метки: нажмите клавишу “,чтобы переключиться на ввод текста
- **Повторы REP**: пропустите диалог нажатием клавиши NO ENT. Используйте повторы REP только при повторении частей программы

Запрещается использовать **CALL LBL 0**, так как ее использование соответствует вызову конца подпрограммы.

9.3 Повторы частей программы

Метка LBL

Повторы частей программы начинаются меткой **LBL** (LABEL).
Повторы частей программы заканчиваются **CALL LBL ... REP**.



Принцип работы

1 Система ЧПУ выполняет программу обработки до конца части программы (CALL LBL /REP) **REP**)
2 Затем система ЧПУ повторяет ту часть программы, которая находится между вызвавшей ее меткой и вызовом метки**CALL LBL ... REP** столько раз, сколько было задано в **REP**
3 Потом ЧПУ продолжает отрабатывать программу обработки

Указания для программирования

- Часть программы может повторяться до 65 534 раз подряд
- Число частей программы, выполняемых системой ЧПУ, всегда на 1 отработку превышает заданное значение повторов.

Программирование повтора части программы

LBL SET

▶ Отметка начала: нажмите клавишу LBL SET и введите номер метки для повторяющейся части программы. Если нужно ввести название метки: нажмите клавишу “,чтобы переключиться на ввод текста

▶ Ввод части программы

Вызов повтора части программы

LBL CALL

▶ Нажмите клавишу LBL CALL, введите номер метки повторяющейся части программы и количество повторов **REP**

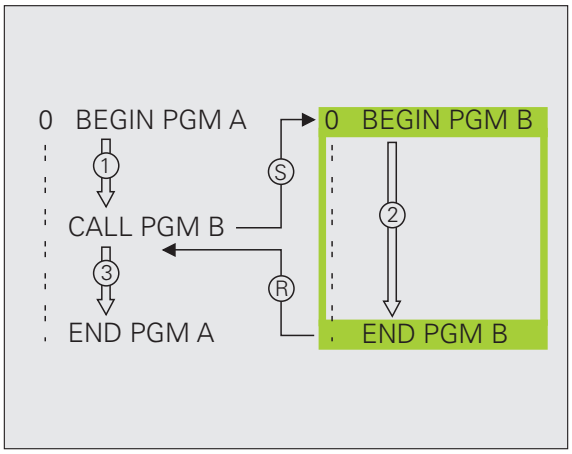
9.4 Использование любой программы в качестве подпрограммы

Принцип работы

1 Система ЧПУ выполняет программу обработки до тех пор, пока при помощи **CALL PGM** не будет вызвана другая программа.

2 Затем ЧПУ отрабатывает вызванную программу до конца этой программы

3 Потом система ЧПУ отрабатывает (вызывающую) программу обработки с того кадра, который следует за вызовом программы



Указания для программирования

- Для того, чтобы использовать любую программу в качестве подпрограммы, метки системе ЧПУ не требуются.
- Вызванная программа не должна содержать дополнительные функции **M2** или M30. Если в вызываемой программе подпрограммы определены при помощи метки, можно использовать M2 или M30 с функцией перехода **FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 99**, для того, чтобы принудительно пропустить эту часть программы
- Вызванная программа не может содержать вызов **CALL PGM** вызываемой программы (бесконечная петля)

Использование любой программы в качестве подпрограммы

▶ Выбор функции для вызова программы: нажмите клавишу PGM CALL

▶ Нажмите клавишу softkey ПРОГРАММА

▶ Укажите полный путь доступа к вызываемой программе и подтвердите его нажатием клавиши END

Если введено только имя программы, вызываемая программа должна находиться в одной директории с вызывающей программой.

Если вызываемая программа находится не в той директории, в которой размещена вызывающая программа, следует ввести весь путь, например, **TNC:\ZW35\SCHRUPP\PGM1.H**

Если необходимо вызвать DIN/ISO-программу, следует указать тип файла .I после имени программы.

Также можно вызвать любую программу при помощи цикла **12 PGM CALL**.

Q-параметры при использовании **PGM CALL** имеют, как правило, глобальное действие. Поэтому следует учесть, что изменения Q-параметров в вызванной программе будут, возможно, воздействовать и на вызываемую программу.

9.5 Вложенные подпрограммы

Виды вложенных подпрограмм

- Подпрограммы в подпрограмме
- Повторы частей программы в повторе части программы
- Повторение подпрограмм
- Повторы частей программ в подпрограмме

Глубина вложенных подпрограмм.

Глубина вложенных подпрограмм определяет, насколько часто части программы или подпрограммы могут содержать прочие подпрограммы или повторы частей программы.

- Максимальная глубина вложения для подпрограмм: около 64 000
- Максимальная глубина вложенных подпрограмм для вызовов главной программы: количество не ограничено, но зависит от доступного объема рабочей памяти.
- Вложение повторов частей программы можно выполнять произвольно часто.

Подпрограмма в подпрограмме

Примеры NC-кадров

0 BEGIN PGM UPGMS MM	
...	
17 CALL LBL “UP1“	Вызов подпрограммы при использовании LBL UP1
...	
35 L Z+100 R0 FMAX M2	Последний кадр
	главной программы (при использовании функции M2)
36 LBL “UP1“	Начало подпрограммы UP1
...	
39 CALL LBL 2	Вызов подпрограммы при помощи LBL2
...	
45 LBL 0	Конец подпрограммы 1
46 LBL 2	Начало подпрограммы 2
...	
62 LBL 0	Конец подпрограммы 2
63 END PGM UPGMS MM	

Выполнение программы

1. Главная программа UPGMS выполняется до кадра 17
2. Вызывается подпрограмма 1 и выполняется до кадра 39
3. Вызывается подпрограмма 2 и отрабатывается до кадра 62. Конец подпрограммы 2 и возврат к той подпрограмме, из которой она была вызвана
4. Подпрограмма 1 отрабатывается от кадра 40 до кадра 45. Конец подпрограммы 1 и возврат в главную программу UPGMS
5. Подпрограмма UPGMS отрабатывается от кадра 18 до кадра 35. Возврат в кадр 1 и конец программы

Повторы повторяющихся частей программы

Примеры NC-кадров

0 BEGIN PGM REPS MM	
…	
15 LBL 1	Начало повтора части программы 1
…	
20 LBL 2	Начало повтора части программы 2
…	
27 CALL LBL 2 REP 2	Часть программы между этим кадром и LBL 2
…	(кадр 20) повторяется 2 раза
35 CALL LBL 1 REP 1	Часть программы между этим кадром и LBL 1
…	(кадр 15) повторяется 1 раз
50 END PGM REPS MM	

Выполнение программы

1. Главная программа REPS выполняется до кадра 27
2. Часть программы между кадром 27 и кадром 20 повторяется 2 раза
3. Главная программа REPS выполняется от кадра 28 до кадра 35
4. Часть программы между 35 и 15 кадром повторяется 1 раз (содержит повтор части программы между 20 и 27 кадром)
5. Главная программа REPS выполняется от 36 кадра до 50 кадра (конец программы)

Повторение подпрограммы

Примеры NC-кадров

0 BEGIN PGM UPGREP MM	
...	
10 LBL 1	Начало повтора части программы 1
11 CALL LBL 2	Вызов подпрограммы
12 CALL LBL 1 REP 2	Часть программы между этим кадром и LBL1
...	(кадр 10) повторяется 2 раза
19 L Z+100 R0 FMAX M2	Последний кадр главной программы с M2
20 LBL 2	Начало подпрограммы
...	
28 LBL 0	Конец подпрограммы
29 END PGM UPGREP MM	

Выполнение программы

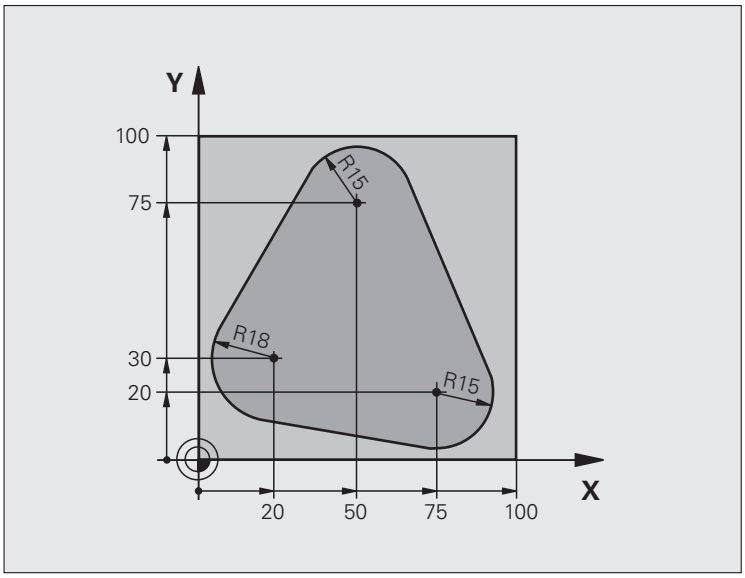
1. Главная программа UPGREP выполняется до кадра 11
2. Подпрограмма 2 вызывается и выполняется
3. Часть программы между кадром 12 и кадром 10 повторяется 2 раза: подпрограмма 2 повторяется 2 раза
4. Главная программа UPGREP выполняется от кадра 13 до кадра 19; конец программы

9.6 Примеры программирования

Пример: фрезерование контура несколькими врезаниями

Выполнение программы

- Предварительно установите инструмент на верхнюю кромку заготовки
- Введите врезание в инкрементах
- Фрезерование контура
- Повторение врезания и фрезерования контура



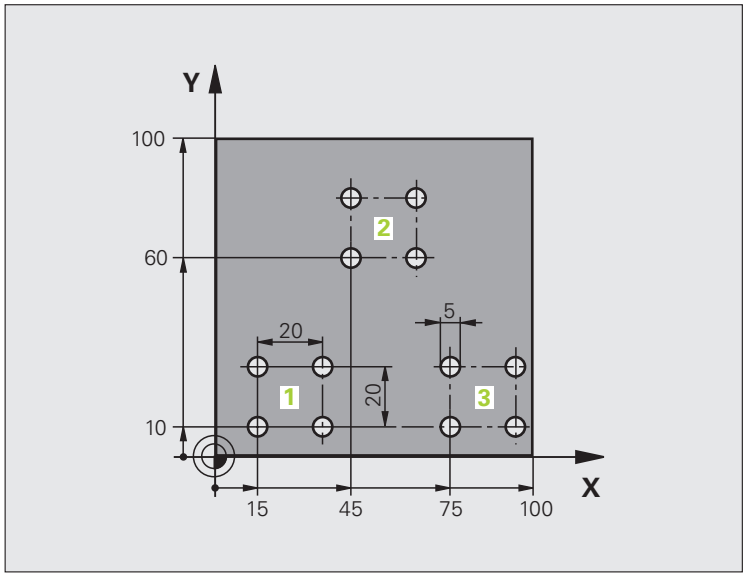
0 BEGIN PGM PGMWDH MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S500	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 L X-20 Y+30 R0 FMAX	Предварительное позиционирование плоскости обработки
6 L Z+0 R0 FMAX M3	Установка инструмента на верхнюю кромку заготовки

7 LBL 1	Метка для повтора части программы
8 L IZ-4 R0 FMAX	Инкрементальное врезание на глубину (вне материала)
9 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Вход в контур
10 FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	Контур
11 FLT	
12 FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
13 FLT	
14 FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
15 FLT	
16 FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
17 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Отвод от контура
18 L X-20 Y+0 R0 FMAX	Выход их материала
19 CALL LBL 1 REP 4	Возврат к LBL 1; всего четыре повторения
20 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
21 END PGM PGMWDH MM	

Пример: группы отверстий

Выполнение программы

- Подвод к группам отверстий в главной программе
- Вызов группы отверстий (подпрограмма 1)
- Один раз запрограммируйте группу отверстий в подпрограмме 1



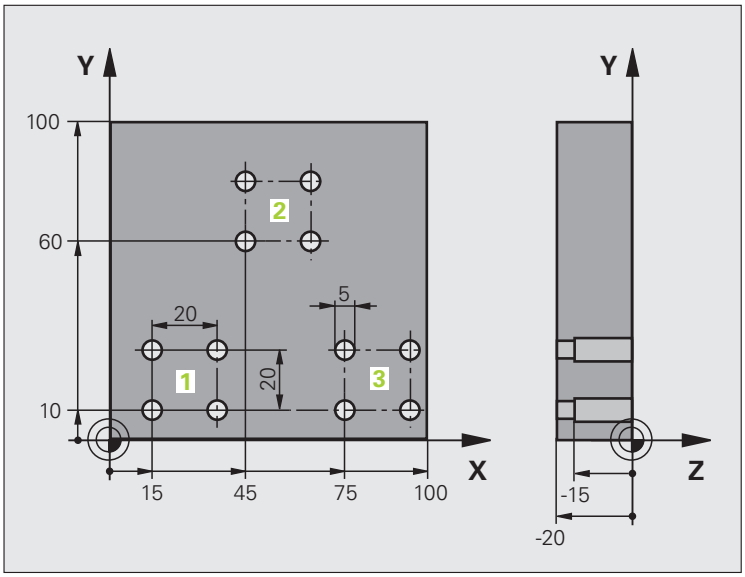
0 BEGIN PGM UP1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Вызов инструмента
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла сверления
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-10 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=10 ;2-Е БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q211=0.25 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	

6 L X+15 Y+10 R0 FMAX M3	Подвод к точке старта группы отверстий 1
7 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы для группы отверстий
8 L X+45 Y+60 R0 FMAX	Подвод к точке старта группы отверстий 2
9 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы для группы отверстий
10 L X+75 Y+10 R0 FMAX	Подвод к точке старта группы отверстий 3
11 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы для группы отверстий
12 L Z+250 R0 FMAX M2	Конец главной программы
13 LBL 1	Начало подпрограммы 1: группа отверстий
14 CYCL CALL	Отверстие 1
15 L IX.20 R0 FMAX M99	Подвод к 2-му отверстию, вызов цикла
16 L IY+20 R0 FMAX M99	Подвод к 3-му отверстию, вызов цикла
17 L IX-20 R0 FMAX M99	Подвод к 4-му отверстию, вызов цикла
18 LBL 0	Конец подпрограммы 1
19 END PGM UP1 MM	

Пример: группа отверстий, выполняемая несколькими инструментами

Выполнение программы

- Программирование циклов обработки в главной программе
- Вызов полного плана сверления (подпрограмма 1)
- Подвод к группе отверстий в подпрограмме 1, вызов группы отверстий (подпрограмма 2)
- Один раз запрограммируйте группу отверстий в подпрограмме 2



0 BEGIN PGM UP2 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Вызов инструмента: центровое сверло
4 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
5 CYCL DEF 200 BOHREN (СВЕРЛЕНИЕ)	Определение цикла "Центрирование"
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q202=-3 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=3 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=10 ;2-Е БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
Q211=0.25 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
6 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1 для полного плана сверления

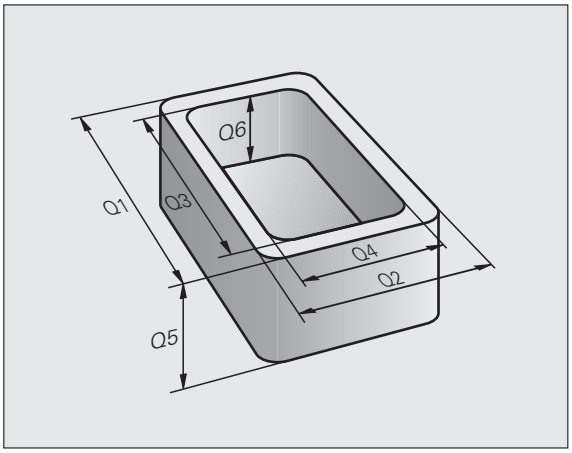
7 L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
8 TOOL CALL 2 Z S4000	Вызов инструмента: сверло
9 FN 0: Q201 = -25	Новая глубина для сверления
10 FN 0: Q202 = +5	Новое врезание для сверления
11 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1 для полного плана сверления
13 L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
14 TOOL CALL 3 Z S500	Вызов инструмента, развертывание
15 CYCL DEF 201 REIBEN (РАЗВЕРТЫВАНИЕ)	Определение цикла, развертывание
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-15 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q211=0.5 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q208=400 ;F ВОЗВРАТ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=10 ;2-Е БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ	
16 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1 для полного плана сверления
17 L Z+250 R0 FMAX M2	Конец главной программы
18 LBL 1	Начало подпрограммы 1: полный план сверления
19 L X+15 Y+10 R0 FMAX M3	Подвод к точке старта группы отверстий 1
20 CALL LBL 2	Вызов подпрограммы 2 для группы отверстий
21 L X+45 Y+60 R0 FMAX	Подвод к точке старта группы отверстий 2
22 CALL LBL 2	Вызов подпрограммы 2 для группы отверстий
23 L X+75 Y+10 R0 FMAX	Подвод к точке старта группы отверстий 3
24 CALL LBL 2	Вызов подпрограммы 2 для группы отверстий
25 LBL 0	Конец подпрограммы 1
26 LBL 2	Начало подпрограммы 2: группа отверстий
27 CYCL CALL	Отверстие 1 с активным циклом обработки
28 L IY+20 R0 FMAX M99	Подвод к 2-му отверстию, вызов цикла
29 L IY+20 R0 FMAX M99	Подвод к 3-му отверстию, вызов цикла
30 L IX-20 R0 FMAX M99	Подвод к 4-му отверстию, вызов цикла
31 LBL 0	Конец подпрограммы 2
32 END PGM UP2 MM	

10

Программирование: Q-параметры

10.1 Принцип действия и обзор функций

При помощи Q-параметров можно в одной программе обработки определить целую технологическую группу деталей. Для этого следует вместо числовых значений ввести символы-заменители: Q-параметры.



Q-параметры могут выражать, например

- значения координат
- скорость подачи
- скорость вращения
- данные циклов

Кроме того, при помощи Q-параметров можно программировать контуры, которые определяются математическими функциями или ставят выполнение отдельных шагов обработки в зависимость от логических условий. Используя FK-программирование вместе с Q-параметрами, можно комбинировать между собой контуры, размеры которых проставлены не по NC-стандарту.

Q-параметр обозначен буквой Q и номером от 0 до 1999. Q-параметры разделены на разные диапазоны:

Значение	Диапазон
Произвольно применяемые параметры, действительные для всех находящихся в памяти программ ЧПУ	от Q1600 до Q1999
Произвольно применяемые параметры, действительные в соответствующей программе, если нет пересечений с SL-циклами	от Q0 до Q99
Параметры для специальных функций ЧПУ	от Q100 до Q199
Параметры, применяемые, главным образом, для циклов и действительные для всех программ, находящихся в памяти ЧПУ	от Q200 до Q1399
Параметры, применяемые, главным образом, для call-активных циклов и действительные для всех программ, находящихся в ЧПУ-памяти	от Q1400 до Q1499
Параметры, применяемые, главным образом, для Def-активных циклов, и действительные для всех программ, находящихся в ЧПУ-памяти	от Q1500 до Q1599

Дополнительно в распоряжении находятся еще **QS**-параметры (**S** означает "string" - строка), при помощи которых можно обрабатывать тексты в системе ЧПУ. Для **QS**-параметров, в принципе, действуют те же самые диапазоны значений, что и для Q-параметров (см. таблицу вверху).

Учтите, что при использовании **QS**-параметров диапазон от **QS100** до **QS199** зарезервирован для внутренних текстов.

Указания для программирования

Q-параметры и числовые значения могут вводиться в программу смешанно.

ЧПУ самостоятельно присваивает одним и тем же данным некоторые Q-параметры, например, текущему радиусу инструмента присваивается Q-параметр Q108 смотри „Q-параметры с заданными значениями", страница 438.

Вызов функций Q-параметров

Во время ввода программы обработки, следует нажать клавишу “Q” (поле ввода чисел и выбора оси под –/+ -клавишей). Тогда ЧПУ покажет следующие перепрограммируемые клавиши:

Группа функций	Softkey	Стр.
Основные математические функции	АРИФМЕТ. ФУНКЦИИ	Страница 385
Тригонометрические функции	ТРИГОН. ФУНКЦИИ	Страница 387
Функция расчета окружности	РАСЧЕТ ОКРУЖНОС.	Страница 389
if...then-решения, переходы	ПЕРЕХОД	Страница 390
Другие функции	СПЕЦ. ФУНКЦИИ	Страница 393
Непосредственный ввод формул	ФОРМУЛА	Страница 426
Формула для параметров строки	ФОРМУЛА СТРОКИ	Страница 430

10.2 Группы деталей – использование Q-параметров вместо числовых значений

С помощью функции Q-параметров FN0: ПРИСВОЕНИЕ можно присваивать Q-параметрам числовые значения. В этом случае в программе обработки вместо числового значения будет использоваться определенный Q-параметр.

Примеры NC-кадров

15 FNO: Q10=25	Присвоение
...	Q10 получает значение 25
25 L X +Q10	соответствует L X +25

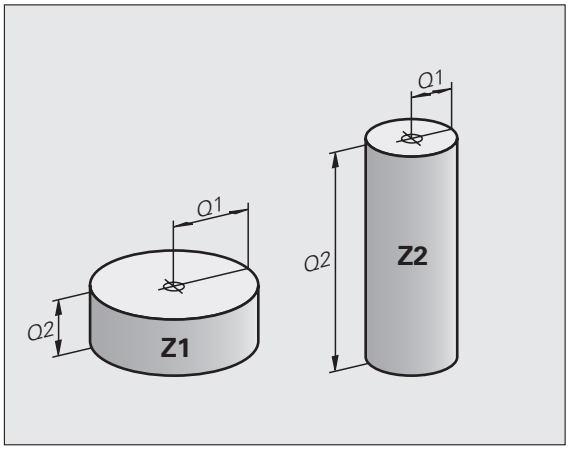
Для технологических групп деталей можно, например, запрограммировать в Q-параметре типичные размеры заготовки.

Для обработки отдельных деталей следует присвоить каждому параметру соответствующее числовое значение.

Пример

Цилиндр с применением Q-параметров

Радиус цилиндра	R = Q1
Высота цилиндра	H = Q2
Цилиндр Z1	Q1 = +30 Q2 = +10
Цилиндр Z2	Q1 = +10 Q2 = +50



10.3 Описание контуров с помощью математических функций

Применение

При помощи Q-параметров можно задавать в программе обработки основные математические функции:

- Выбор функции Q-параметра: нажмите клавишу Q (поле для ввода числовых значений, справа). Панель перепрограммируемых клавиш отобразит функции Q-параметров
- Выбор основных математических функций: нажмите клавишу softkey ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ. Система ЧПУ покажет следующие перепрограммируемые клавиши:

Обзор

Функция	Softkey
FNO: ПРИСВОЕНИЕ например, **FN0: Q5 = +60** Присвоить значение	FN0 X = Y
FN1: СЛОЖЕНИЕ например, **FN1: Q1 = –Q2 + –5** Вывести сумму двух значений и присвоить	FN1 X + Y
FN2: ВЫЧИТАНИЕ например, **FN2: Q1 = +10 – +5** Вычесть одно значение из другого и присвоить	FN2 X - Y
FN3: УМНОЖЕНИЕ например, **FN3: Q2 = +3 * +3** Умножить одно значение на другое и присвоить	FN3 X * Y
FN4: ДЕЛЕНИЕ например, **FN4: Q4 = +8 DIV +Q2** Поделить одно значение на другое и присвоить **Запрещается:** деление на 0!	FN4 X / Y
FN5: КОРЕНЬ например, **FN5: Q20 = SQRT 4** Извлечь корень из числа и присвоить **Запрещается:** извлекать корень из отрицательных значений !	FN5 КОРЕНЬ

С правой стороны знака “=” можно ввести:

- два числа
- два Q-параметра
- одно число и один Q-параметр

Q-параметры и числовые значения в уравнениях можно ввести с произвольным знаком.

Программирование основных арифметических действий

Пример:

Q — Выбор Q-параметров: нажмите клавишу Q

АРИФМЕТ. ФУНКЦИИ — Выбор основных математических функций: нажмите клавишу softkey ОСН. ФУНКЦИИ

FN0 X = Y — Выбор функции Q-параметров ПРИСВОЕНИЕ: нажмите клавишу softkey FN0 X = Y

НОМЕР ПАРАМЕТРА РЕЗУЛЬТАТА?

5 ENT — Введите номер Q-параметра: 5

1. ЗНАЧЕНИЕ ИЛИ ПАРАМЕТР?

10 ENT — Присвойте Q5 значение 10

Q — Выбор Q-параметров: нажмите клавишу Q

АРИФМЕТ. ФУНКЦИИ — Выбор основных математических функций: нажмите клавишу softkey ОСН. ФУНКЦИИ

FN3 X * Y — Выбор функции Q-параметров УМНОЖЕНИЕ: нажмите клавишу softkey FN3 X * Y

НОМЕР ПАРАМЕТРА РЕЗУЛЬТАТА?

12 ENT — Введите номер Q-параметра: 12

1. ЗНАЧЕНИЕ ИЛИ ПАРАМЕТР?

Q5 ENT — Введите Q5 в качестве первого значения

2. ЗНАЧЕНИЕ ИЛИ ПАРАМЕТР?

7 ENT — Введите 7 в качестве второго значения

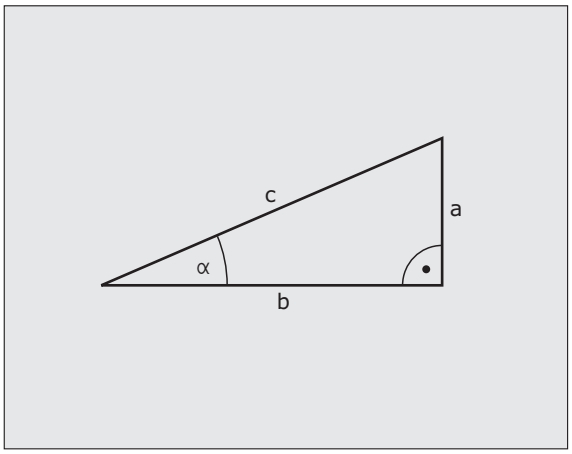
Пример: Кадры программы в ЧПУ

```
16 FN0: Q5 = +10
17 FN3: Q12 = +Q5 * +7
```

10.4 Тригонометрические функции (тригонометрия)

Определения

Синус, косинус и тангенс соответствуют соотношениям сторон прямоугольного треугольника. При этом, выполняется следующее равенство:



Синус: $\sin \alpha = a / c$

Косинус: $\cos \alpha = b / c$

Тангенс: $\tan \alpha = a / b = \sin \alpha / \cos \alpha$

где

- c - сторона, противолежащая прямому углу (гипотенуза)
- a - противолежащий катет α
- b - прилежащий катет

На основе тангенса система ЧПУ может рассчитать угол:

$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan (\sin \alpha / \cos \alpha)$

Пример:

a = 25 мм

b = 50 мм

$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 0.5 = 26.57°$

Дополнительно действует принцип:

a + b = c (c a = a x a)

$c = \sqrt{(a^2 + b^2)}$

Программирование тригонометрических функций

Тригонометрические функции отображаются после нажатия перепрограммируемой клавиши ТРИГОНОМ. ФУНКЦИИ ЧПУ отображает клавиши Softkey внизу таблицы.

Программирование: сравнительный пример: программирование основных арифметических действий

Функция	Softkey
FN6: СИНУС например, **FN6: Q20 = SIN–Q5** Определить синус угла в градусах (°) и присвоить	FN6 SIN(X)
FN7: КОСИНУС например, **FN7: Q21 = COS–Q5** Определить косинус угла в градусах (°) и присвоить	FN7 COS(X)
FN8: КОРЕНЬ ИЗ СУММЫ КВАДРАТОВ например, **FN8: Q10 = +5 LEN +4** Высчитать длину на основании двух значений и присвоить	FN8 X LEN Y
FN13: УГОЛ например, **FN13: Q20 = +25 ANG–Q1** Определить при помощи арктангенса угол по двум сторонам или синус и косинус угла (0 < угол < 360°) и присвоить	FN13 X ANG Y

10.5 Расчет окружности

Применение

При помощи функции расчета окружности система ЧПУ может произвести расчет окружности или радиуса окружности по 3 или 4 точкам. Расчет окружности по четырем точкам будет более точным.

Применение: эти функции следует применять если, например, необходимо определить положение и размеры отверстия или сегмента окружности при помощи программируемой функции ощупывания.

Функция	Softkey
FN23: вычислить ДАННЫЕ КРУГА по трем точкам окружности например, **FN23: Q20 = CDATA Q30**	FN23 окруж. с 3 точками

Пары координат трех точек окружности должны сохраняться в параметре Q30 и в последующих пяти параметрах, то есть по параметр Q35 включительно.

Тогда система ЧПУ сохраняет координаты центра круга главной оси (X при оси шпинделя Z) в параметре Q20, координаты центра круга вспомогательной оси (Y при оси шпинделя Z) в параметре Q21 и радиус круга в параметре Q22.

Функция	Softkey
FN24: определить ДАННЫЕ КРУГА по четырем точкам окружности например, **FN24: Q20 = CDATA Q30**	FN24 окружнос. с 4 точ.

Пары координат четырех точек круга должны сохраняться в параметре Q30, то есть по параметр Q37 включительно.

Система ЧПУ сохраняет координаты центра круга главной оси (X при оси шпинделя Z) в параметре Q20, координаты центра круга вспомогательной оси (Y при оси шпинделя Z) в параметре Q21 и радиус круга в параметре Q22.

Примите во внимание, что FN23 и FN24 кроме параметра результата автоматически перезаписывают также два следующих параметра.

10.6 If...to-решения при помощи Q-параметров

Применение

При использовании if...to-решений система ЧПУ сравнивает один Q-параметр с другим Q-параметром либо с числовым значением. Если условие выполнено, то она продолжает программу обработки с метки, запрограммированной за условием (LABEL смотри „Обозначение подпрограмм и повторов частей программы”, страница 366). Если условие не выполнено, то система ЧПУ выполняет следующий кадр программы.

Если нужно вызвать другую программу в качестве подпрограммы, то после метки следует запрограммировать PGM CALL.

Безусловные переходы

Безусловные переходы - это переходы, условие для которых всегда (=обязательно) исполнено, например,

FN9: IF+10 EQU+10 GOTO LBL1

Программирование if...to-решений

If...to-решения отображаются при нажатии клавиши Softkey ПЕРЕХОДЫ. Система ЧПУ покажет следующие перепрограммируемые клавиши:

Функция	Softkey
FN9: ЕСЛИ РАВНЫ - ПЕРЕХОД например, **FN9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL “UPCAN25“** Если оба значения или параметра равны, совершается переход к указанной метке (Label, LBL)	FN9 IF X EQ Y GOTO
FN10: ЕСЛИ НЕ РАВНЫ, ПЕРЕХОД например, **FN10: IF +10 NE –Q5 GOTO LBL 10** Если оба значения или параметры не равны, совершается переход к указанной метке	FN10 IF X NE Y GOTO
FN11: ЕСЛИ БОЛЬШЕ, ПЕРЕХОД например, **FN11: IF+Q1 GT+10 GOTO LBL 5** Если первое значение или параметр больше второго значения или параметра, совершается переход к указанной метке	FN11 IF X GT Y GOTO
FN12: ЕСЛИ МЕНЬШЕ, ПЕРЕХОД например, **FN12: IF+Q5 LT+0 GOTO LBL “ANYNAME“** Если первое значение или параметр меньше второго значения или параметра, совершается переход к указанной метке	FN12 IF X LT Y GOTO

Использованные сокращения и термины

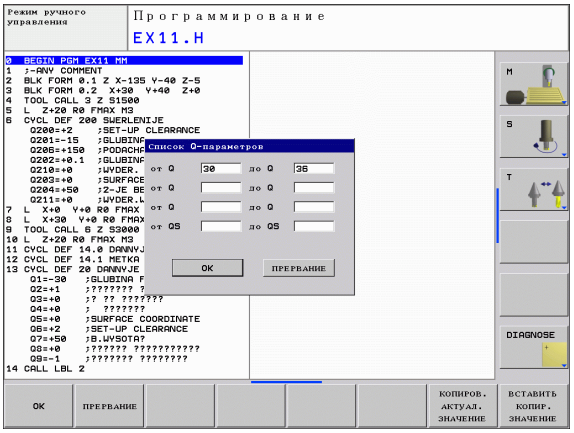
IF	(англ.):	если
EQU	(англ. equal):	равно
NE	(англ. not equal):	не равно
GT	(англ. greater than):	больше, чем
LT	(англ. less than):	меньше, чем
GOTO	(англ. go to):	перейти к

10.7 Контроль и изменение Q-параметров

Порядок действий

Во время составления, проверки и отработки программы можно контролировать и изменять Q-параметры (кроме режима "Тест программы") .

- При необходимости прервите выполнение программы (например, нажав внешнюю клавишу СТОП и клавишу Softkey ВНУТРЕННИЙ СТОП) или приостановите выполнение теста программы



Q INFO

- Вызов функций Q-параметров: нажмите клавишу Softkey Q INFO в режиме работы "Программирование/редактирование"
- ЧПУ отобразит окно перехода, в которое можно ввести желаемый диапазон индикации Q-параметров или string-параметры
- В одном из режимов работы: "Покадровое выполнение программы", "Выполнение программы в автоматическом режиме" или "Тест программы" выберите режим дисплея Программа + Состояние

STATUS OF Q PARAM.

- Нажмите клавишу Softkey Программа + Q-ПАРАМЕТРЫ

Q PARAMETER LIST

- Нажмите клавишу Softkey СПИСОК Q-ПАРАМЕТРОВ
- Система ЧПУ отобразит окно перехода, в котором можно записать желаемый диапазон для индикации Q-параметров или ввести string-параметры

Q PARAMETER REQUEST

- С помощью клавиши Softkey ЗАПРОС Q-ПАРАМЕТРОВ можно запрашивать отдельные Q-параметры (только в режимах работы "Ручное управление", "Выполнение программы в автоматическом режиме", "Покадровое выполнение программы") . Для того, чтобы присвоить новое значение, следует перезаписать указанное значение и подтвердить нажатием OK.

10.8 Дополнительные функции

Обзор

Дополнительные функции появляются при нажатии клавиши Softkey СПЕЦ. ФУНКЦИИ Система ЧПУ покажет следующие перепрограммируемые клавиши:

Функция	Softkey	Стр.
FN14:ERROR Выдает сообщения об ошибках	FN14 ОШИБКА=	Страница 394
FN16:F-PRINT Выдает отформатированный текст или отформатированные значения Q-параметров	FN16 ПЕЧАТЬ Ф.	Страница 398
FN18:SYS-DATUM READ Считывает данные системы	FN18 СИС-ДАН. СЧИТАТЬ	Страница 403
FN19:PLC Передает значения в PLC	FN19 PLC=	Страница 411
FN20:WAIT FOR Синхронизирует NC и PLC	FN20 ЖДАТЬ	Страница 412
FN29:PLC Передает до восьми значений в PLC	FN29 PLC	Страница 414
FN37:EXPORT Экспортирует локальные Q-параметры или QS-параметры в вызывающую программу	FN37 EXPORT	Страница 414

FN14: ERROR: сообщение об ошибках

При помощи функции FN14: ERROR (ОШИБКА) можно запрограммировать систему ЧПУ на то, чтобы она выдавала сообщения, предварительно запрограммированные фирмой-производителем станка или фирмой HEIDENHAIN: если ЧПУ во время выполнения программы или теста программы доходит до кадра с FN 14, она прерывает выполнение программы и выдает сообщение. После чего необходимо перезапустить программу. Номера ошибок: см. таблицу внизу

Диапазон номеров ошибок	Стандартный диалог
0 ... 299	FN 14: номер ошибки 0 299
300 ... 999	Диалог зависит от станка
1000 ... 1499	Внутренние сообщения об ошибках (см. таблицу справа)

☞ Фирма-производитель станка может изменить стандартный режим работы функции **FN14:ERROR** . Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка!

Пример NC-кадра

Система ЧПУ должна выдавать сообщение об ошибке, сохраненное под номером 254

```
180 FN14: ERROR = 254
```

Запрограммированные фирмой HEIDENHAIN сообщения об ошибках

Номер ошибки	Текст
1000	Шпиндель?
1001	Ось инструмента отсутствует
1002	Радиус инструмента слишком мал
1003	Радиус инструмента слишком велик
1004	Диапазон превышен
1005	Неверная начальная позиция
1006	РАЗВОРОТ не допускается
1007	МАСШТАБИРОВАНИЕ не допускается
1008	ОТОБРАЖЕНИЕ не допускается
1009	Смещение не допускается
1010	Подача отсутствует
1011	Нверное введенное значение

Номер ошибки	Текст
1012	Неверный знак числа
1013	Угол не допускается
1014	Точка ощупывания недоступна
1015	Слишком много точек
1016	Введенные данные противоречивы
1017	CYCL неполон
1018	Плоскость определена неверно
1019	Запрограммирована неверная ось
1020	Неверная скорость вращения
1021	Поправка на радиус не определена
1022	Закругление не определено
1023	Радиус закругления слишком велик
1024	Запуск программы не определен
1025	Слишком много подпрограмм
1026	Отсутствует точка привязки к углу
1027	Не определен цикл обработки
1028	Ширина канавки слишком мала
1029	Карман слишком мал
1030	Q202 не определен
1031	Q205 не определен
1032	Введите значение для Q218 больше, чем для Q219
1033	CYCL 210 не допускается
1034	CYCL 211 не допускается
1035	значение Q220 слишком велико
1036	Введите значение для Q222 больше, чем для Q223
1037	Введите значение для Q244 больше 0
1038	Введите значение для Q245, неравное значению Q246
1039	Введите пределы угла < 360°
1040	Введите значение Q223 больше, чем для Q222
1041	Q214: 0 не допускается
1042	Направление перемещения не определено
1043	Таблица нулевых точек неактивна
1044	Ошибка положения: центр 1-й оси

Номер ошибки	Текст
1045	Ошибка положения: центр 2-й оси
1046	Отверстие слишком мало
1047	Отверстие слишком велико
1048	Цапфа слишком мала
1049	Цапфа слишком велика
1050	Карман слишком мал: дополнительная обработка 1.А.
1051	Карман слишком мал: дополнительная обработка 2.А.
1052	Карман слишком велик: брак 1.А.
1053	Карман слишком велик: брак 2.А.
1054	Цапфа слишком мала: брак 1.А.
1055	Цапфа слишком мала: брак 2.А.
1056	Цапфа слишком велика: дополнительная обработка 1.А.
1057	Цапфа слишком велика: дополнительная обработка 2.А.
1058	TCHPROBE 425: ошибка максимального размера
1059	TCHPROBE 425: ошибка минимального размера
1060	TCHPROBE 426: ошибка максимального размера
1061	TCHPROBE 426: ошибка минимального размера
1062	TCHPROBE 430: диаметр слишком велик
1063	TCHPROBE 430: диаметр слишком мал
1064	Ось измерений не определена
1065	Допуск на поломку инструмента превышен
1066	Введите значение для Q247, неравное 0
1067	Введите значение для Q247 больше 5
1068	Таблица нулевых точек?
1069	Тип фрезерования Q351 введите неравным 0
1070	Уменьшите глубину резьбы
1071	Проведите калибровку
1072	Значение допуска превышено
1073	Активна функция поиска кадра

Номер ошибки	Текст
1074	ОРИЕНТИРОВКА не допускается
1075	3DROT не допускается
1076	Активировать 3DROT
1077	Введите отрицательное значение параметра глубина
1078	Значение Q303 в цикле измерения не определено!
1079	Ось инструмента не допускается
1080	Рассчитанные значения ошибочны
1081	Точки измерения противоречат друг другу
1082	Безопасная высота задана неверно
1083	Вид врезания противоречив
1084	Цикл обработки не допускается
1085	Строка защищена от записи
1086	Припуск больше глубины
1087	Угол при вершине не определен
1088	Данные противоречивы
1089	Положение канавки 0 не допускается
1090	Введите значение врезания, неравное 0
1091	Ошибочные программные данные
1092	Инструмент не определен
1093	Недопустимый номер инструмента
1094	Недопустимое название инструмента
1095	ПО-опция неактивна
1096	Восстановление кинематики невозможно
1097	Недопустимая функция
1098	Размеры заготовки противоречивы
1099	Недопустимая координата измерения

FN 16: F-PRINT: выдача текстов и отформатированных Q-параметров

С помощью **FN 16** можно также выводить произвольные сообщения из NC-программы на дисплей. Такие сообщение указываются системой ЧПУ в окне перехода.

С помощью функции **FN 16: F-PRINT** можно выводить отформатированные значения Q-параметров и тексты через интерфейс передачи данных, например, на принтер. Если значения для внутреннего использования сохраняются оператором или передаются на ПК, то ЧПУ сохраняет эти данные в том файле, который оператор определяет в **КАДРЕ FN 16**.

Чтобы иметь возможность выдавать тексты и значения Q-параметров, следует при помощи текстового редактора создать текстовый файл, в котором следует определить форматы и Q-параметры, предусмотренные для выдачи.

Пример текстового файла, определяющего формат выдачи:

”ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ДИСКА”;

“DATUM: %2d-%2d-%4d“,DAY,MONTH,YEAR4; (дата: день, месяц, год)

“UHRZEIT: %2d:%2d:%2d“,HOUR,MIN,SEC; (время: час, мин., сек.)

“КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ ИЗМЕРЕНИЯ: = 1“;

”X1 = %9.3LF”, Q31;

”Y1 = %9.3LF”, Q32;

“Z1 = %9.3LF“, Q33;

Для создания текстовых файлов следует применить следующие функции форматирования:

Специальный знак	Функция
“.....“	Задет в кавычках вверху формат для выдачи текстов и переменных
%9.3LF	Определить формат для Q-параметров: всего 9 символов (включая десятичную точку), 3 разряда после запятой, Long, Floating (десятичное число)
%S	Формат для переменной текста
,	Разделительный знак между форматом выдачи и параметром
;	Знак конца кадра, закрывает строку

Чтобы иметь возможность выдавать в файл протокола другую информацию, предлагаются следующие функции:

Кодовое слово	Функция
CALL_PATH	Выдает путь доступа к NC-программе, в которой находится FN16-функция. Пример: "Messprogramm: %S",CALL_PATH; ("Программа измерения: %S",CALL_PATH;)
M_CLOSE	Закрывает файл, в котором были введены данные при помощи FN16. Пример: M_CLOSE;
M_APPEND	Прикрепляет данные в конце. Пример: M_APPEND;
ALL_DISPLAY	Выполнить вывод значений Q-параметров вне зависимости от настройки MM/ДЮЙМЫ функции MOD
MM_DISPLAY	Выдавать значения Q-параметров в MM, если в функции MOD установлена индикация в MM
INCH_DISPLAY	Выдавать значения Q-параметров в ДЮЙМАХ, если в функции MOD установлена индикация в ДЮЙМАХ
L_ENGLISCH	Выдавать текст только при диалоге на английском
L_GERMAN	Выдавать текст только при диалоге на немецком
L_CZECH	Выдавать текст только при диалоге на чешском

Кодовое слово	Функция
L_FRENCH	Выдавать текст только при диалоге на французском
L_ITALIAN	Выдавать текст только при диалоге на итальянском
L_SPANISH	Выдавать текст только при диалоге на испанском
L_SWEDISH	Выдавать текст только при диалоге на шведском
L_DANISH	Выдавать текст только при диалоге на датском
L_FINNISH	Выдавать текст только при диалоге на финском
L_DUTCH	Выдавать текст только при диалоге на голландском
L_POLISH	Выдавать текст только при диалоге на польском
L_PORTUGUE	Выдавать текст только при диалоге на португальском
L_HUNGARIA	Выдавать текст только при диалоге на венгерском
L_RUSSIAN	Выдавать текст только при диалоге на русском
L_SLOVENIAN	Выдавать текст только при диалоге на словенском
L_ALL	Выдавать текст независимо от языка диалога
HOUR	Количество часов реального времени
MIN	Количество минут реального времени
SEC	Количество секунд реального времени
DAY	День реального времени
MONTH	Порядковый номер месяца реального времени
STR_MONTH	Сокращенное название месяца реального времени
YEAR2	Две последние цифры года реального времени
YEAR4	Порядковый номер года реального времени

Задайте в программе обработки FN 16: F-PRINT для того, чтобы активировать выдачу:

```
96 FN 16:  F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A/
RS232:\PROT1.A
```

Затем система ЧПУ выдает файл PROT1.A через последовательный интерфейс:

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ДИСКА

ДАТА: 27:11:2001

ВРЕМЯ: 8:56:34

КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ ИЗМЕРЕНИЯ: = 1

X1 = 149,360

Y1 = 25,509

Z1 = 37,000

☞ Если **FN 16** многократно используется в программе, то система ЧПУ сохраняет все тексты в файле, определенном для первой **FN 16**-функции. Выдача файла осуществляется только тогда, когда ЧПУ читает кадр **END PGM**, после нажатия клавиши NC-стоп или при закрытии файла с помощью **M_CLOSE** .

Запрограммируйте в FN16-блоке файл формата и файл протокола с расширением.

Если оператор указывает в качестве названия пути доступа к файлу протокола только имя файла, то система ЧПУ записывает файл протокола в той директории, в которой находится NC-программа с функцией **FN 16**.

В одну строку в файле описания формата можно выводить максимум 32 Q-параметра.

Выдача сообщений на дисплей

Также можно использовать функцию **FN 16** для вывода произвольных сообщений из NC-программы в окно перехода на дисплее ЧПУ. Благодаря этому даже длинные тексты указаний отображаются в любом месте программы таким образом, что оператор вынужден на них реагировать. Также содержание Q-параметров можно выдавать, если файл описания протокола содержит соответствующие команды.

Чтобы сообщение появилось на дисплее системы ЧПУ, следует ввести в качестве названия файла протокола только **SCREEN:**.

```
96 FN 16:  F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A/SCREEN:
```

Если сообщение содержит больше строк, чем отображено в окне перехода, можно листать информацию в окне перехода при помощи клавиши со стрелкой.

Для закрытия окна перехода: нажмите клавишу CE. Чтобы закрыть окно, используя управление программой, следует запрограммировать следующий NC-кадр:

```
96 FN 16:  F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A/SCLR:
```

Для файла описания протокола действительны все вышеописанные условия.

Если оператор в программе многократно выдает тексты на дисплей, то система ЧПУ выводит эти тексты за уже выданными текстами. Для того, чтобы отобразить на дисплее каждый текст отдельно, следует запрограммировать в конце файла описания протокола функцию **M_CLOSE**.

FN18: SYS-DATUM READ: считывание данных системы

С помощью функции FN 18: SYS-DATUM READ можно считывать данные системы и сохранять их в Q-параметрах. Выбор даты системы осуществляется через номер группы (ID-Nr.), номер и, при необходимости, через индекс.

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
Информация о программе, 10	3	-	Номер активного цикла обработки
	103	Номер Q-параметра	Относительный в пределах NC-цикла; для запроса, явно ли указан записанный под IDX Q-параметр в относящемся к нему CYCLE DEF.
Адреса переходов системы, 13	1	-	Метка, к которой осуществляется переход при M2/M30, вместо окончания текущей программы, значение = 0: M2/M30 действует стандартно
	2	-	Метка, к которой осуществляется переход при FN14: ERROR с реакцией NC-CANCEL, вместо прерывания программы с ошибкой. Запрограммированный в команде FN14 номер ошибки можно считать под ID992 NR14. Значение = 0: FN14 действует стандартно.
	3	-	Метка, к которой осуществляется переход при внутренней ошибке сервера (SQL, PLC, CFG), вместо прерывания программы, содержащей ошибку. Значение = 0: ошибка сервера действует стандартно.
Состояние станка, 20	1	-	Активный номер инструмента
	2	-	Номер подготовленного инструмента
	3	-	Активная ось инструмента 0=X, 1=Y, 2=Z, 6=U, 7=V, 8=W
	4	-	Запрограммированная скорость вращения шпинделя
	5	-	Активное состояние шпинделя: -1=неопределенное, 0=M3 активный, 1=M4 активный, 2=M5 после M3, 3=M5 после M4
	8	-	Состояние подачи СОЖ: 0=выкл, 1=вкл
	9	-	Активная подача
	10	-	Индекс подготовленного инструмента
	11	-	Индекс активного инструмента
Данные канала, 25	1	-	Номер канала
Параметр цикла, 30	1	-	Безопасное расстояние, активный цикл обработки
	2	-	Глубина сверления/фрезерования, активный цикл обработки

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	3	-	Глубина врезания, активный цикл обработки
	4	-	Подача на врезание в глубину, активный цикл обработки
	5	-	Первая длина боковой стороны, цикл "Прямоугольный карман"
	6	-	Вторая длина боковой стороны, цикл "Прямоугольный карман"
	7	-	Первая длина боковой стороны, цикл "Канавка"
	8	-	Вторая длина боковой стороны, цикл "Канавка"
	9	-	Радиус, цикл "Круглый карман"
	10	-	Подача фрезерования, активный цикл обработки
	11	-	Направление вращения, активный цикл обработки
	12	-	Время выдержки, активный цикл обработки
	13	-	Шаг резьбы цикл 17, 18
	14	-	Припуск на чистовую обработку, активный цикл обработки
	15	-	Угол черновой обработки, активный цикл обработки
	15	-	Угол черновой обработки, активный цикл обработки
	21	-	Угол ощупывания
	22	-	Путь ощупывания
	23	-	Подача ощупывания
Модальное состояние, 35	1	-	Проставление размеров: 0 = абсолютные (G90) 1 = инкрементальные (G91)
Данные для SQL-таблиц, 40	1	-	Код результата для последней SQL-команды
Данные из таблицы инструментов, 50	1	ИНСТР-№	Длина инструмента
	2	ИНСТР-№	Радиус инструмента
	3	ИНСТР-№	Радиус инструмента R2
	4	ИНСТР-№	Припуск на длину инструмента DL
	5	ИНСТР-№	Припуск на радиус инструмента DR
	6	ИНСТР-№	Припуск на радиус инструмента DR2
	7	ИНСТР-№	Инструмент заблокирован (0 или 1)

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	8	ИНСТР-№	Номер инструмента для замены
	9	ИНСТР-№	Максимальный срок службы TIME1
	10	ИНСТР-№	Максимальный срок службы TIME2
	11	ИНСТР-№	Текущий срок службы CUR. TIME
	12	ИНСТР-№	PLC-состояние
	13	ИНСТР-№	Максимальная длина режущей кромки LCUTS
	14	ИНСТР-№	Максимальный угол врезания ANGLE
	15	ИНСТР-№	TT: количество режущих кромок CUT
	16	ИНСТР-№	TT: Допуск на износ по длине LTOL
	17	ИНСТР-№	TT: Допуск на износ по радиусу RTOL
	18	ИНСТР-№	TT: направление вращения DIRECT (0=положительное/-1=отрицательное)
	19	ИНСТР-№	TT: Смещение на плоскости R-OFFS
	20	ИНСТР-№	TT: Смещение по длине L-OFFS
	21	ИНСТР-№	TT: Допуск на поломку по длине LBREAK
	22	ИНСТР-№	TT: Допуск на поломку по радиусу RBREAK
	23	ИНСТР-№	PLC-значение
	24	ИНСТР-№	Смещение центра измерительного щупа по главной оси CAL-OF1
	25	ИНСТР-№	Смещение центра измерительного щупа по вспомогательной оси CAL-OF2
	26	ИНСТР-№	Угол шпинделя при калибровке CAL-ANG
	27	ИНСТР-№	Тип инструмента для таблицы местоположения
	28	ИНСТР-№	Максимальная частота вращения NMAX
Данные из таблицы местоположения, 51	1	Место-№	Номер инструмента
	2	Место-№	Специальный инструмент: 0=нет, 1=да
	3	Место-№	Фиксированное место: 0=нет, 1=да
	4	Место-№	Заблокированное место: 0=нет, 1=да
	5	Место-№	PLC-состояние
Номер места инструмента в таблице местоположения, 52	1	ИНС-№	Номер места

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	2	ИНС-№	Номер магазина инструментов
Значения, запрограммированные непосредственно после TOOL CALL, 60	1	-	Номер инструмента T
	2	-	Активная ось инструмента 0 = X 6 = U 1 = Y 7 = V 2 = Z 8 = W
	3	-	Скорость вращения шпинделя S
	4	-	Припуск на длину инструмента DL
	5	-	Припуск на радиус инструмента DR
	6	-	Автоматический TOOL CALL 0 = да, 1 = нет
	7	-	Припуск на радиус инструмента DR2
	8	-	Индекс инструмента
	9	-	Активная скорость подачи
Значения, запрограммированные непосредственно после TOOL DEF, 61	1	-	Номер инструмента T
	2	-	Длина
	3	-	Радиус
	4	-	Индекс
	5	-	Данные инструмента, запрограммированные в TOOL DEF 1 = да, 0 = нет
Активная коррекция инструмента, 200	1	1 = без припуска 2 = с припуском 3 = с припуском и припуск из TOOL CALL	Активный радиус

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	2	1 = без припуска 2 = с припуском 3 = с припуском и припуск из TOOL CALL	Активная длина
	3	1 = без припуска 2 = с припуском 3 = с припуском и припуск из TOOL CALL	Радиус сопряжения R2
Активные преобразования, 210	1	-	Поворот от базы в ручном режиме работы
	2	-	Запрограммированный при помощи цикла 10 разворот
	3	-	Активная ось зеркального отображения
			0: Зеркальное отображение неактивно
			+1: X-ось зеркально отображена
			+2: Y-ось зеркально отображена
			+4: Z-ось зеркально отображена
			+64: U-ось зеркально отображена
			+128: V-ось зеркально отображена
			+256: W-ось зеркально отображена
			Комбинации = сумма отдельных осей
	4	1	Активный коэффициент масштабирования X-ось
	4	2	Активный коэффициент масштабирования Y-ось
	4	3	Активный коэффициент масштабирования Z-ось
	4	7	Активный коэффициент масштабирования U-ось
	4	8	Активный коэффициент масштабирования V-ось
	4	9	Активный коэффициент масштабирования W-ось
	5	1	3D-ROT A-ось
	5	2	3D-ROT B-ось
	5	3	3D-ROT C-ось

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	6	-	Разворот плоскости обработки активен/неактивен (-1/0) в режиме "Отработка программы"
	7	-	Разворот плоскости обработки активен/неактивен (-1/0) в режиме "Ручное управление"
Активное смещение нулевой точки, 220	2	1	X-ось
		2	Y-ось
		3	Z-ось
		4	A-ось
		5	B-ось
		6	C-ось
		7	U-ось
		8	V-ось
		9	W-ось
Диапазон перемещения, 230	2	от 1 до 9	Отрицательный конечный выключатель ПО, ось от 1 до 9
	3	от 1 до 9	Положительный конечный выключатель ПО, ось от 1 до 9
	5	-	Конечный выключатель ПО включить или выключить: 0 = вкл, 1 = выкл
Заданная позиция в REF-системе, 240	1	1	X-ось
		2	Y-ось
		3	Z-ось
		4	A-ось
		5	B-ось
		6	C-ось
		7	U-ось
		8	V-ось
		9	W-ось
Текущая позиция в активной системе координат, 270	1	1	X-ось
		2	Y-ось

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
		3	Z-ось
		4	A-ось
		5	B-ось
		6	C-ось
		7	U-ось
		8	V-ось
		9	W-ось
Измерительный щуп TS, 350	50	1	Тип измерительного щупа
		2	Строка в таблице измерительного щупа
	51	-	Рабочая длина
	52	1	Рабочий радиус наконечника щупа
		2	Радиус сопряжения
	53	1	Смещение центра (главная ось)
		2	Смещение центра (вспомогательная ось)
	54	-	Угол ориентации шпинделя в градусах (смещение центра)
	55	1	Ускоренная подача
		2	Подача измерения
	56	1	Максимальный путь измерения
		2	Безопасное расстояние
	57	1	Ориентация шпинделя возможна 0 = нет, 1 = да
Точка привязки из цикла измерительного щупа, 360	1	от 1 до 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Последняя точка привязки ручного цикла щупа или последняя точка измерения из цикла 0 без поправки на длину щупа, но с поправкой на радиус измерительного щупа (система координат заготовки)
	2	от 1 до 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Последняя опорная точка ручного цикла измерительного щупа или последняя точка измерения из цикла 0 без поправки на длину щупа и поправки на радиус щупа (система координат станка)
	3	от 1 до 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Результат измерения циклов измерительного щупа 0 и 1 без поправки на его радиус и длину

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	4	от 1 до 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Последняя точка привязки ручного цикла измерительного щупа или последняя точка измерения из цикла 0 без поправки на длину щупа и поправки на его радиус (система координат заготовки)
	10	-	Ориентация шпинделя
Значение из активной таблицы нулевых точек в активной системе координат, 500	Строка	Столбец	Считывание значений
Считывание данных текущего инструмента, 950	1	-	Длина инструмента L
	2	-	Радиус инструмента R
	3	-	Радиус инструмента R2
	4	-	Припуск на длину инструмента DL
	5	-	Припуск на радиус инструмента DR
	6	-	Припуск на радиус инструмента DR2
	7	-	Инструмент заблокирован TL 0 = не заблокирован, 1 = заблокирован
	8	-	Номер инструмента для замены RT
	9	-	Максимальный срок службы TIME1
	10	-	Максимальный срок службы TIME2
	11	-	Текущий срок службы CUR. TIME
	12	-	PLC-состояние
	13	-	Максимальная длина режущей кромки LCUTS
	14	-	Максимальный угол врезания ANGLE
	15	-	TT: Количество режущих кромок CUT
	16	-	TT: Допуск на износ по длине LTOL
	17	-	TT: Допуск на износ по радиусу RTOL
	18	-	TT: Направление вращения DIRECT 0 = положительное, –1 = отрицательное
	19	-	TT: Смещение на плоскости R-OFFS
	20	-	TT: Смещение по длине L-OFFS
	21	-	TT: Допуск на поломку по длине LBREAK
	22	-	TT: Допуск на поломку по радиусу RBREAK

Название группы, ID-Nr.	Номер	Индекс	Значение
	23	-	PLC-значение
	24	-	Тип инструмента ТИП 0 = фреза, 21 = измерительный щуп
	34	-	Lift off
Циклы измерительных щупов, 990	1	-	Поведение при подводе: 0 = стандартное поведение 1 = рабочий радиус, безопасное расстояние ноль
	2	-	0 = контроль щупа выкл 1 = контроль щупа вкл
Состояние отработки, 992	10	-	Функция поиска кадра активна 1 = да, 0 = нет
	11	-	Фаза поиска
	14	-	Номер последней ошибки FN14
	16	-	Реальная отработка активна 1 = отработка, 2 = моделирование

Пример: значение активного коэффициента масштабирования Z-оси присвоить Q25

```
55 FN18: SYSREAD Q25 = ID210 NR4 IDX3
```

FN19: PLC: передача значений в PLC

С помощью функции FN 19: PLC можно передавать до двух числовых значений или Q-параметров в PLC.

Величина шага и единицы измерения: 0,1 мкм или 0,0001°

Пример: числовое значение 10 (соответствует 1 мкм или 0,001°) передать в PLC

```
56 FN19: PLC=+10/+Q3
```

FN20: WAIT FOR: синхронизировать NC и PLC

Эту функцию можно применять только при согласовании с фирмой-производителем станков!

С помощью функции **FN 20: WAIT FOR** можно провести во время выполнения программы синхронизацию между NC и PLC. NC останавливает отработку до тех пор, пока не будет выполнено условие, запрограммированное в FN 20-кадре. ЧПУ может проверить следующие PLC-операнды:

PLC-операнд	Краткое обозначение	Область адресов
Отметка	**M**	от 0 до 4999
Вход	**I**	от 0 до 31, от 128 до 152 от 64 до 126 (первое PL 401 B) от 192 до 254 (второе PL 401 B)
Выход	**O**	от 0 до 30 от 32 до 62 (первое PL 401 B) от 64 до 94 (второе PL 401 B)
Счетчик	**C**	от 48 до 79
Таймер	**T**	от 0 до 95
Byte (байт)	**B**	от 0 до 4095
Слово	**W**	от 0 до 2047
Двойное слово	**D**	от 2048 до 4095

В FN 20-кадре разрешены следующие условия:

Условие	Краткое обозначение
Равно	==
Меньше чем	<
Больше чем	>
Меньше-равно	<=
Больше-равно	>=

Исходя из этого, в распоряжении имеется функция **FN20: WAIT FOR SYNC** Всегда использовать **WAIT FOR SYNC**, если, например, оператор считывает системные данные через **FN18**, требующую синхронизации с реальным временем. Система ЧПУ тогда производит предварительный расчет и выполняет следующий NC-кадр, если NC-программа действительно достигла этого кадра.

Пример: приостановить выполнение программы, до момента пока PLC не установит отметку 4095 на 1

```
32 FN20: WAIT FOR M4095==1
```

Пример: приостановить выполнение программы, до момента, пока PLC не установит символический операнд на 1

```
32 FN20: APISPIN[0].NN_SPICONTROLINPOS==1
```

FN29: PLC: передача значений в PLC

С помощью функции FN 29: PLC можно передавать до восьми числовых значений или Q-параметров в PLC.

Величина шага и единицы измерения: 0,1 мкм или 0,0001°

Пример: числовое значение 10 (соответствует 1 мкм или 0,001°) передать в PLC

```
56 FN29: PLC=+10/+Q3/+Q8/+7/+1/+Q5/+Q2/+15
```

FN37: ЭКСПОРТ

Функция FN37: ЭКСПОРТ требуется, если оператору необходимо составлять собственные циклы и включать их в ЧПУ. Q-параметры 0-99 действуют в циклах только локально. Это означает, что Q-параметры действуют только в той программе, в которой они были определены. С помощью функции FN 37: ЭКСПОРТ можно экспортировать локально действующие Q-параметры в другую (вызываемую) программу.

Пример: локальный Q-параметр Q25 экспортируется

```
56 FN37: EXPORT Q25
```

Пример: можно экспортировать локальные Q-параметры от Q25 до Q30

```
56 FN37: EXPORT Q25 - Q30
```

Система ЧПУ экспортирует то значение, которым параметр обладает в момент команды ЭКСПОРТ.

Параметр экспортируется только в непосредственно вызываемую программу.

10.9 Доступ к таблицам с SQL-инструкциями

Введение

Доступ к таблицам программируется в ЧПУ при помощи SQL-инструкций в рамках **транзакции**. Транзакция состоит из нескольких SQL-инструкций, обеспечивающих систематическую обработку ввода в таблицы.

Таблицы конфигурируются фирмой-производителем станка. При этом устанавливаются также названия и обозначения, требуемые в качестве параметров для SQL-инструкций.

Понятия, используемые в последующей части:

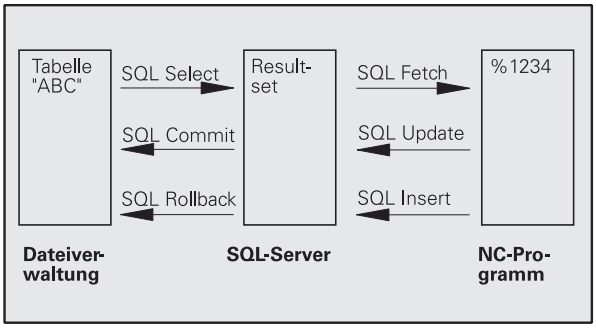
- **Таблица:** таблица состоит из X столбцов и Y строк. Она сохраняется в качестве файла в управлении файлами ЧПУ и получает адрес, в котором используется название пути доступа и имя файла (=имя таблицы). В качестве альтернативы для присвоения адреса с использованием названия пути доступа и файла можно использовать синонимы.
- **Столбцы:** количество столбцов и их обозначение определяется при конфигурации таблицы. Обозначение столбцов используется в разных SQL-инструкциях для присвоения адреса.
- **Строки:** количество строк является переменной величиной. Можно вставлять новые строки. Номера строк и т.п. не приводятся. Но можно выбирать строки на основании содержания столбцов (селекция). Удаление строк осуществляется только в редакторе таблиц – но не в NC-программе.
- **Ячейка:** столбец из одной строки.
- **Запись в таблицы:** содержимое одной ячейки
- **Набор результатов:** Во время транракции управление выбранными строками и столбцами осуществляется в Result-set. Набор результатов следует рассматривать в качестве „промежуточной памяти“, которая временно сохраняет выбранные строки и столбцы. (Result-set = англ. "набор результатов").
- **Синоним:** С помощью этого выражения обозначается имя для таблицы, используемое вместо названия пути доступа и файла. Синонимы назначаются фирмой-производителем станка в данных конфигурации.

Транзакция

Транзакция состоит, главным образом, из операций:

- присвоения таблице (файлу) адреса, выбора строк и передачи в набор результатов.
- считывания строк из набора результатов, изменения и/или включения новых строк.
- завершения трансакции. В случае изменений/дополнений строки из буфера набора результатов переписываются в таблицу (файл).

Тем не менее, требуются дальнейшие операции, для того, чтобы обработать данные таблицы в NC-программе и избежать параллельного изменения одних и тех же строк таблицы. Поэтому, возникает следующий **порядок транзакции**:



1 Для каждого столбца, который должен обрабатываться, обозначается Q-параметр. Этот Q-параметр присваивается столбцу – он „присоединяется“ (**SQL BIND...**).

2 Присвоение адреса таблице (файлу), выбор строк и передача в буфер Result-set. Следует дополнительно определить, какие столбцы следует передавать в буфер набора результатов (**SQL SELECT...**).

   При этом можно заблокировать выбранные строки. Тогда другие процессы, хотя и будут доступны для чтения этих строк, но не смогут изменить введенные в таблицу данные. Следует всегда блокировать выбранные строки, если были произведены изменения (**SQL SELECT ... FOR UPDATE**).

3 Считывание строк из буфера набора результатов, изменение и/или включение новых строк:
   – переписывание строки буфера набора результатов в Q-параметры NC-программы (**SQL FETCH...**)
   – подготовка изменений в Q-параметрах и передача в строку буфера набора результатов (**SQL UPDATE...**)
   – подготовка новой строки таблицы в Q-параметрах и передача в качестве новой строки в буфер набора результатов (**SQL INSERT...**)

4 Завершение транзакции.
   – Записи в таблицах подвергались изменениям/дополнялись: данные из буфера набора результатов переписываются в таблицу (файл). Сейчас они сохраняются в файле. Возможная блокировка отменяется, буфер Result-set освобождается (**SQL COMMIT...**).
   – Записи в таблицы **не** изменялись/дополнялись (доступ только для чтения): возможная блокировка удаляется, буфер набора результатов освобождается для пользователя (**SQL ROLLBACK... БЕЗ ИНДЕКСА**).

Можно обрабатывать несколько транзакций параллельно.

Следует обязательно закончить начатую транзакцию – даже при использовании исключительно доступа для чтения. Только тогда можно обеспечить сохранение изменений/дополнений, избежать отмены блокировки и освобождения буфера набора результатов.

Набор результатов (Result-set)

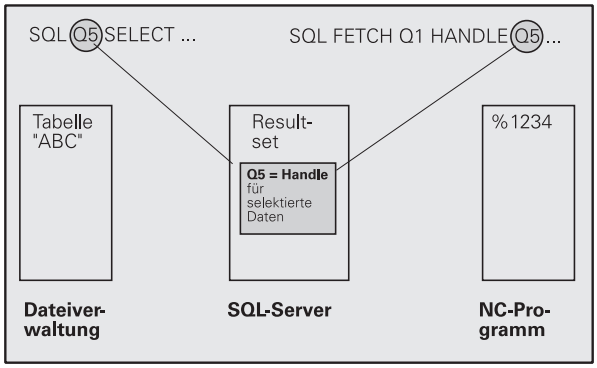
Выбранные строки в пределах буфера набора результатов нумеруются от 0 в порядке возрастания. Такая нумерация обозначается в качестве **индекса**. В случае права чтения или записи, указывается индекс и, таким образом, целенаправленно запрашивается строка из буфера набора результатов.

Часто бывает целесообразно сохранять строки с сортировкой в пределах этого буфера. Это возможно при определении столбца таблицы, содержащего критерий сортировки. Дополнительно выбирается нарастающая или убывающая последовательность (**SQL SELECT ... ORDER BY ...**).

Выбранной строке, переписываемой в буфер Result-set, присваивается адрес с помощью **HANDLE**. Все последующие SQL-инструкции используют Handle в качестве ссылки для „набора выбранных строк и столбцов“.

После завершения транзакции Handle снова освобождается (**SQL COMMIT...** или **SQL ROLLBACK...**). И прекращает свое действие.

Можно обрабатывать одновременно несколько буферов Result-sets. SQL-сервер назначает для каждой инструкции Select новый Handle.



Привязка Q-параметров к столбцам

NC-программа не имеет прямого доступа к данным таблицы в буфере набора результатов. Данные следует передавать в Q-параметры. Иначе данные обрабатываются сначала в Q-параметрах, а затем передаются в буфер набора результатов.

С помощью **SQL BIND ...** определяется, какие столбцы таблицы отражаются в Q-параметрах. Q-параметры привязываются (присваиваются) к столбцам. Столбцы, которые не привязаны к Q-параметрам, не учитываются в операциях чтения/записи.

Если с помощью **SQL INSERT...** генерируется новая строка таблицы, то графы, непривязанные к Q-параметрам, заполняются значениями по умолчанию.

Программирование SQL-инструкций

SQL-инструкции программируются в режиме программирования:

- Выбор функции SQL: нажмите клавишу Softkey SQL
- Следует выбрать SQL-инструкцию, используя клавишу Softkey (см. обзор) или нажав клавишу Softkey **SQL EXECUTE** и запрограммировав SQL-инструкцию

Обзор клавиш Softkey

Функция	Softkey
SQL EXECUTE Программирование Select-инструкции	SQL EXECUTE
SQL BIND Привязка Q-параметров к столбцам таблицы	SQL BIND
SQL FETCH Считать строки таблицы из буфера набора результатов и сохранить в Q-параметрах	SQL FETCH
SQL UPDATE Передать данные из Q-параметров в существующую строку таблицы буфера набора результатов	SQL UPDATE
SQL INSERT Передать данные из Q-параметров в новую строку таблицы буфера набора результатов	SQL INSERT
SQL COMMIT Передать строки таблицы из буфера набора результатов в таблицу и закончить транзакцию.	SQL COMMIT
SQL ROLLBACK ■ **ИНДЕКС** не запрограммирован: сброс прежних изменений/дополнений и окончание транзакции. ■ **ИНДЕКС** запрограммирован: индексированная строка сохраняется в буфере набора результатов – все другие строки удаляются. Транзакция **не** заканчивается.	SQL ROLLBACK

SQL BIND

SQL BIND привязывает Q-параметр к столбцу таблицы. SQL-инструкции Fetch, Update и Insert используют эту привязку (присвоение) при передаче данных между буфером набора результатов и NC-программой.

SQL BIND без названия таблицы и столбца отменяет эту привязку. Привязка заканчивается не позднее конца NC-программы или подпрограммы.

- Можно запрограммировать любое число привязок. В операциях чтения/записи учитываются исключительно столбцы, указанные в инструкции Select.
- **SQL BIND...** должна программироваться **перед** командами Fetch, Update или Insert. Команду Select оператор может программировать без предшествующей команды Bind.
- Если в команде Select приведены столбцы, для которых не программировалась привязка, это приводит к ошибке в операциях чтения/записи (прерывание программы).

- **Номер параметра результата**: Q-параметр, привязываемый к столбцу таблицы
- **База данных: название столбца**: задайте имя таблицы и обозначение столбца, разделенные при помощи **.**
  Имя таблицы: синоним или название пути доступа и файла этой таблицы. Синоним записывается напрямую – названия пути доступа и файла вводятся в простых кавычках
  Обозначение столбца: установленное в данных конфигурации обозначение столбца таблицы

Пример: Присвоение Q-параметры столбцам таблицы

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882
"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883
"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884
"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
```

Пример: Отмена привязки

```
91 SQL BIND Q881
92 SQL BIND Q882
93 SQL BIND Q883
94 SQL BIND Q884
```

SQL SELECT

SQL SELECT отбирает строки таблицы и передает в буфер набора результатов.

SQL-сервер сохраняет данные построчно в буфер набора результатов. Строки нумеруются, начиная с 0 и далее по возрастанию. Этот номер строки, **ИНДЕКС**, используется в SQL-командах Fetch и Update.

В опции **SQL SELECT...WHERE...** задаются критерии селекции. Таким образом, можно ограничивать количество передаваемых строк. Если эта опция не используется, загружаются все строки таблицы.

В опции **SQL SELECT...ORDER BY...** следует задать критерий сортировки. Он состоит из обозначения столбцов и кода для возрастающей/убывающей сортировки. Если эта опция не используется, строки сохраняются в случайной последовательности.

Опция **SQL SELCT...FOR UPDATE** блокирует отобранные строки для других приложений. Другие приложения могут считывать эти строки, но не могут изменять их. Следует обязательно использовать эту опцию, если нужно произвести изменения в записях таблицы.

Пустой набор результатов: если нет строк, соответствующих критериям выбора, то SQL-сервер выдает действительный Handle, но не возвращает записи в таблицы.

SQL EXECUTE

- **Номер параметра результата**: Q-параметр для Handle. SQL-сервер выдает Handle для отобранной с помощью текущей инструкции Select группы строк и столбцов.
  В случае ошибки (выбор не осуществляется) SQL-сервер возвращает „1“.
  „0“ обозначает недействительный Handle.
- **База данных: SQL-текст команды**: со следующими элементами:
  - **SELECT** (кодовое слово):
    Обозначения предусмотренных для передачи столбцов таблицы – несколько столбцов разделить с помощью **,** (см. примеры). Для всех указанных здесь столбцов следует выполнить привязку Q-параметров.
  - **FROM** имя таблицы:
    синоним или название пути доступа и файла этой таблицы. Синоним записывается напрямую - путь и имя таблицы заключаются в простые кавычки (см. примеры) SQL-команд, названия столбцов, которые должны быть подвергнуты передаче: несколько столбцов разделить при помощи , (см. примеры). Для всех указанных здесь столбцов следует выполнить привязку Q-параметров.
  - В качестве опции:
    WHERE Критерии выбора:
    Критерий выбора состоит из обозначения столбцов, условия (см. таблицу) и контрольного значения. Несколько критериев снабжаются логическим оператором И или ИЛИ.
    Контрольное значение программируется напрямую или при помощи Q-параметра. Q-параметр начинается с„:“ и записывается с апострофом (см. пример
  - В качестве опции:
    ORDER BY обозначение столбца **ASC** в порядке возрастания – или
    ORDER BY обозначение столбца **DESC** для сортировки в порядке убывания
    Если не программируется ни ASC, ни DESC, то в качестве настройки по умолчанию действительна сортировка в порядке возрастания. Система ЧПУ записывает выбранные строки в заданные столбцы.
  - В качестве опции:
    FOR UPDATE (кодовое слово):
    отобранные строки блокируются для доступа записи других процессов

Пример: выбор всех строки таблицы

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882
"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883
"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884
"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE"
```

Пример: выбор строк таблицы опцией WHERE

```
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE WHERE MESS_NR<20"
```

Пример: выбор строк таблицы опцией WHERE и Q-параметром

```
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE WHERE MESS_NR==:’Q11’"
```

Пример: имя таблицы определяется при помощи названия пути доступа и файла

```
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
’V:\TABLE\TAB_EXAMPLE’ WHERE
MESS_NR<20"
```

Условие	Программирование
равный	= ==
неравный	!= <>
меньше	<
меньше или равный	<=
больше	>
больше или равный	>=
Объединение нескольких условий с помощью функции:	
Логическое И	AND
Логическое ИЛИ	OR

SQL FETCH

SQL FETCH считывает строку с назначенным при помощи **ИНДЕКСА** адресом из буфера набора результатов и сохраняет записи таблицы в привязанных (присвоенных) Q-параметрах. Буфер Result-set получает адрес с помощью **HANDLE**.

SQL FETCH учитывает все столбцы, указанные в инструкции Select.

- **Номер параметра для результата**: Q-параметр, в который сервер SQL сообщает результат:
  0: ошибка не появилась
  1: ошибка появилась (неверный Handle или слишком большой индекс)
- **База данных: SQL-доступ-ID**: Q-параметр, с **Handle** для идентификации буфера набора результатов (см. также **SQL SELECT**).
- **База данных: индекс к SQL-результату**: номер строки в пределах буфера набора результатов. Содержимое таблицы этой строки считывается и передается в «привязанные» Q-параметры. Если индекс не указывается, считывается первая строка (n=0).
  Номер строки вводится непосредственно, или оператор программирует Q-параметр, содержащий индекс.

Пример: Номер строки передается в Q-параметре

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882
"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883
"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884
"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE"
. . .
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
```

Пример: Номер строки программируется напрямую

```
. . .
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX5
```

SQL UPDATE

SQL UPDATE передает подготовленные в Q-параметрах данные в строку буфера набора результатов, которой был присвоен адрес при помощи **ИНДЕКСА**. Существующая в буфере строка полностью перезаписывается.

SQL UPDATE учитывает все столбцы, указанные в инструкции Select.

- **Номер параметра для результата**: Q-параметр, в который SQL-сервер сообщает результат:
  0: ошибка не появилась
  1: ошибка появилась (неверный Handle, слишком большой индекс, выход за пределы диапазона значений выше или ниже или ошибочный формат данных)
- **База данных: SQL-доступ-ID**: Q-параметр, с **Handle** для идентификации буфера набора результатов (см. также **SQL SELECT**).
- **База данных: индекс к SQL-результату**: номер строки в пределах буфера набора результатов. Подготовленные в Q-параметрах записи таблицы записываются в этой строке. Если индекс не записывается, заполняется первая строка (n=0). Номер строки вводится непосредственно либо оператор программирует Q-параметр, содержащий индекс.

Пример: Номер строки передается в Q-параметре

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882
"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883
"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884
"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE"
. . .
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .
40 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
```

Пример: Номер строки программируется напрямую

```
. . .
40 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX5
```

SQL INSERT

SQL INSERT генерирует новую строку в буфере набора результатов и передает подготовленные в Q-параметрах данные в новую строку.

SQL INSERT учитывает все графы, указанные в инструкции Select, – графы таблицы, не учитываемые в инструкции Select, заполняются значениями по умолчанию.

- **Номер параметра для результата**: Q-параметр, в который SQL-сервер сообщает результат:
  0: ошибка не появилась
  1: ошибка появилась (неверный Handle, выход за пределы диапазона значений выше или ниже или ошибочный формат данных)
- **База данных: SQL-доступ-ID**: Q-параметр, с **Handle** для идентификации буфера набора результатов (см. также **SQL SELECT**).

Пример: Номер строки передается в Q-параметре

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882
"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883
"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884
"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE"
. . .
40 SQL INSERT Q1 HANDLE Q5
```

SQL COMMIT

SQL COMMIT передает все имеющиеся в буфере Result-set строки обратно в таблицу. Назначенная с **SELCT...FOR UPDATE** блокировка отменяется.

Назначенный в инструкции **SQL SELECT** Handle становится недействительным.

- **Номер параметра для результата**: Q-параметр, в который SQL-сервер сообщает результат:
  0: ошибка не появилась
  1: ошибка появилась (неверный Handle или те же самые данные в столбцах, в который требуются однозначные данные)
- **База данных: SQL-доступ-ID**: Q-параметр, с **Handle** для идентификации Result-set (см. также **SQL SELECT**).

Пример:

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE"
. . .
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .
40 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .
50 SQL COMMIT Q1 HANDLE Q5
```

SQL ROLLBACK

Выполнение **SQL ROLLBACK** зависит от того, программировался ли **ИНДЕКС**:

- **ИНДЕКС** не запрограммирован: буфер набора результатов **не** записывается в таблицу (имеющиеся изменения/дополнения теряются). Транзакция заканчивается – назначенный в **SQL SELECT** Handle становится недействительным. Типичное использование: оператор заканчивает транзакцию в режиме с правом чтения.
- **ИНДЕКС** запрограммирован: индексированная строка сохраняется – все другие строки удаляются из буфера набора результатов. Транзакция **не** заканчивается. Установленная с **SELCT...FOR UPDATE** блокировка сохраняется для индексированной строки – для всех остальных строк она отменяется.

- **Номер параметра для результата**: Q-параметр, в который SQL-сервер сообщает результат:
  0: ошибка не появилась
  1: ошибка появилась (неверный Handle)
- **База данных: SQL-доступ-ID**: Q-параметр, с **Handle** для идентификации буфера набора результатов (см. также **SQL SELECT**).
- **База данных: индекс к SQL-результату**: строка, которая должна сохраняться в буфере набора результатов. Номер строки вводится непосредственно либо оператор программирует Q-параметр, содержащий индекс.

Пример:

```
11 SQL BIND Q881
"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
MESS_NR,MESS_X,MESS_Y, MESS_Z FROM
TAB_EXAMPLE"
. . .
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .
50 SQL ROLLBACK Q1 HANDLE Q5
```

10.10 Непосредственный ввод формулы

Ввод формулы

При помощи клавиш Softkey оператор может вводить непосредственно в программу обработки математические формулы, содержащие несколько арифметических операций.

Формулы появляются при нажатии на клавишу Softkey ФОРМУЛА. Система ЧПУ показывает следующие клавиши Softkey на нескольких панелях:

Логическая функция	Softkey
Сложение например, **Q10 = Q1 + Q5**	+
Вычитание например, **Q25 = Q7 – Q108**	-
Умножение например, **Q12 = 5 * Q5**	*
Деление например, **Q25 = Q1 / Q2**	/
Открыть скобки например, **Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)**	(
Закрыть скобки например, **Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)**	)
Возвести значение в квадрат (англ. square) например, **Q15 = SQ 5**	SQ
Извлечь корень (англ. square root) например, **Q22 = SQRT 25**	SQRT
Синус угла например, **Q44 = SIN 45**	SIN
Косинус угла например, **Q45 = COS 45**	COS
Тангенс угла например, **Q46 = TAN 45**	TAN
Арксинус Обратная функция синуса; определить угол из соотношения противолежащий катет/гипотенуза например, **Q10 = ASIN 0,75**	ASIN

Логическая функция	Softkey
Арккосинус Обратная функция косинуса; определить угол из соотношения прилежащий катет/гипотенуза например, **Q11 = ACOS Q40**	ACOS
Арктангенс Обратная функция тангенса; определить угол из соотношения противолежащий катет/прилежащий катет например, **Q12 = ATAN Q50**	ATAN
Возвести значения в степень например, **Q15 = 3^3**	^
Константа PI (3,14159) например, **Q15 = PI**	PI
Получить натуральный логарифм (LN) числа Базовое число 2,7183 например, **Q15 = LN Q11**	LN
Получить логарифм числа, базовое число 10 например, **Q33 = LOG Q22**	LOG
Показательная функция, 2,7183 в степени n например, **Q1 = EXP Q12**	EXP
Отрицание значений (умножение на -1) например, **Q2 = NEG Q1**	NEG
Отбрасывание разрядов после запятой Образование целого (числа) например, **Q3 = INT Q42**	INT
Образование абсолютного значения числа например, **Q4 = ABS Q22**	ABS
Отбрасывание разрядов до запятой Фракционирование например, **Q5 = FRAC Q23**	FRAC
Проверка знака числа например, **Q12 = SGN Q50** Если обратное значение Q12 = 1, то Q50 >= 0 Если обратное значение Q12 = -1, то Q50 < 0	SGN
Рассчитать значение по модулю (остаток деления) например, **Q12 = 400 % 360** Результат: Q12 = 40	%

Правила вычислений

Для программирования математических формул действуют следующие правила:

Расчет точки перед чертой

```
12  Q1 = 5 * 3 + 2 * 10 = 35
```

1-й шаг исчисления 5 * 3 = 15
2-й шаг исчисления 2 * 10 = 20
3-й шаг исчисления 15 + 20 = 35

или

```
13  Q2 = SQ 10 - 3^3 = 73
```

1-й шаг исчисления 10 возвести в квадрат = 100
2-й шаг исчисления 3 возвести в степень 3 = 27
3-й шаг исчисления 100 – 27 = 73

Закон распределения

Закон распределения при вычислениях в скобках

a * (b + c) = a * b + a * c

Пример ввода

Вычислить угол с арктангенсом из противолежащего катета (Q12) и прилежащего катета (Q13); результат присвоить параметру Q25:

Q ФОРМУЛА Выбрать ввод формулы: нажмите клавишу Q и клавишу Softkey ФОРМУЛА

НОМЕР ПАРАМЕТРА РЕЗУЛЬТАТА?

ENT **25** Введите номер параметра

▷ ATAN Переключите панель Softkey и выберите функцию арктангенса

◁ (Снова переключите панель Softkey и откройте скобки

Q **12** Введите Q-параметр с номером 12

/ Выберите деление

Q **13** Введите Q-параметр с номером 13

) END Закройте скобки и закончите ввод формулы

Пример NC-кадра

```
37  Q25 = ATAN (Q12/Q13)
```

10.11Параметры строки

Функции обработки строки

Обработку строки (англ. string = последовательность знаков) с использованием **QS**-параметров можно применять для создания переменной последовательности знаков. Такие последовательности знаков можно, например, выдавать с помощью функции **FN16:F-PRINT** для создания различных протоколов.

Параметру строки знаков можно присвоить строку символов (буквы, цифры, специальные символы, контрольные символы и пустые символы). Присвоенные или считанные значения можно далее обрабатывать и проверять при помощи описанных ниже функций.

В функциях Q-параметров ФОРМУЛА СТРОКИ и ФОРМУЛА содержатся разные функции для обработки параметров строк.

Функции ФОРМУЛЫ СТРОКИ	Softkey	Стр.
Присвоение параметров строки	STRING	Страница 431
Соединие в цепочку параметров строки		Страница 431
Преобразование цифрового значения в параметр строки	TOCHAR	Страница 432
Копирование части строки из параметра строки	SUBSTR	Страница 433

Функции строки в функции ФОРМУЛА	Softkey	Стр.
Преобразование параметра строки в цифровое значение	TONUMB	Страница 434
Проверка параметра строки	INSTR	Страница 435
Определение длины параметра строки	STRLEN	Страница 436
Сравнение алфавитной последовательности	STRCOMP	Страница 437

Если используется функция ФОРМУЛА СТРОКИ, то результатом арифметических расчетов всегда является строка. Если используется функция ФОРМУЛА, то результатом арифметических расчетов всегда является цифровое значение.

Присвоение параметров строки

До того, как использовать переменные строки, следует их сначала присвоить. Используйте для этого команду DECLARE STRING.

▶ Выбор спецфункций ЧПУ: нажмите клавишу SPEC FCT

▶ Выберите функцию DECLARE

▶ Выберите клавишу Softkey STRING

Пример NC-кадра:

```
37 DECLARE STRING QS10 = "ЗАГОТОВКА"
```

Соединение параметров строки в цепочку

С помощью оператора цепочки (параметр строки || параметр строки) можно соединять несколько параметров строки друг с другом.

▶ Выберите функцию Q-параметров

▶ Выберите функцию ФОРМУЛА СТРОКИ

▶ Введите номер параметра строки, под которым ЧПУ должна сохранить сцепленную строку, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

▶ Введите номер параметра строки, в котором сохраняется **первая** часть строки, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT ЧПУ покажет на экране символ сцепления ||

▶ Подтвердите нажатием клавиши ENT

▶ Введите номер параметра строки, в котором сохраняется **вторая** часть строки, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

▶ Повторяйте операцию до тех пор, пока не будут выбраны все сцепленные части строк. Завершите процесс нажатием клавиши END

Пример: QS10 должен содержать полный текст из QS12, QS13 и QS14

```
37 QS10 =  QS12 || QS13 || QS14
```

Содержание параметров:

- **QS12**: **заготовка**
- **QS13**: **состояние:**
- **QS14**: **брак**
- **QS10**: **состояние заготовки: брак**

Преобразование цифрового значения в параметр строки

Функция **TOCHAR** осуществляет преобразование цифрового значения в параметр строки. Таким образом, можно сцеплять числовые значения с переменными строк.

- Выбор функций Q-параметров

- Выберите функцию ФОРМУЛА СТРОКИ

- Выберите функцию преобразования цифрового значения в параметр строки
- Введите число или желаемый Q-параметр, который ЧПУ должна преобразовать, нажатием клавиши ENT подтвердите ввод
- Если требуется ввести количество разрядов после запятой, которые ЧПУ должна преобразовать, подтвердите ввод клавишей ENT
- Выражение в скобках закройте нажатием клавиши ENT и завершите ввод нажатием клавиши END

Пример: преобразование параметра Q50 в параметр строки QS11, используя 3 десятичных разряда

```
37 QS11 = TOCHAR ( DAT+Q50 DECIMALS3 )
```

Копирование части строки из параметра строки

Используя функцию **SUBSTR**, можно считывать определенный фрагмент параметра строки.

- Выбор функций Q-параметров

- Выберите функцию ФОРМУЛА СТРОКИ
- Введите номер параметра, под которым система ЧПУ должна сохранить скопированную последовательность знаков, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

- Выберите функцию для вырезания части строки
- Введите номер QS-параметра, из которого следует скопировать часть строки, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Введите номер места, с которого следует начать копирование части строки, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Введите количество знаков, которое следует скопировать, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Закройте скобки нажатием клавиши ENT и завершите ввод нажатием клавиши END

Следует следить за тем, чтобы первый знак в последующем тексте стоял на 0 месте.

Пример: из параметра строки QS10 считывается подстрока длиной в четыре знака (LEN4), начиная с третьей позиции (BEG2)

```
37 QS13 = SUBSTR ( SRC_QS10 BEG2 LEN4 )
```

Преобразование параметра строки в цифровое значение

Функция **TONUMB** осуществляет преобразование параметра строки в цифровое значение. Подвергаемое преобразованию значение должно состоять только из числовых значений.

Подвергаемый преобразованию QS-параметр может содержать только одно числовое значение, в противном случае система ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

- Выбор функций Q-параметров
- Выберите функцию ФОРМУЛА
- Введите номер параметра, под которым система ЧПУ должна сохранить цифровое значение, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

- Переключите панель Softkey
- Выберите функцию преобразования параметра строки в цифровое значение
- Введите номер QS-параметра, который система ЧПУ должна преобразовать, нажатием клавиши ENT подтвердите ввод
- Закройте скобки нажатием клавиши ENT и завершите ввод нажатием клавиши END

Пример: преобразование параметра строки QS11 в числовой параметр Q82

```
37 Q82 = TONUMB ( SRC_QS11 )
```

Проверка параметра строки

Используя функцию **INSTR**, можно проверить, содержит ли один параметр строки другой параметр строки и если содержит, то где именно.

- Выбор функций Q-параметров

- Выберите функцию ФОРМУЛА
- Введите номер Q-параметра, в который система ЧПУ должна сохранить место начала искомого текста. Подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

- Переключите панель Softkey

- Выберите функцию проверки параметра строки
- Введите номер Q-параметра, в который система ЧПУ должна сохранить место начала искомого текста. Подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Введите номер QS-параметра, поиск которого должна провести система ЧПУ, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Введите номер места, с которого система ЧПУ должна начать поиск части строки, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Закройте скобки нажатием клавиши ENT и завершите ввод нажатием клавиши END

Следует следить за тем, чтобы первый знак в последующем тексте стоял на 0 месте.

Если система ЧПУ не находит искомую часть строки, в параметрах результата сохраняется весь отрезок строки, в котором выполнялся поиск (отсчет начинается с 1).

Если искомая часть строки повторяется многократно, система ЧПУ указывает первое место, в котором оно нашло часть строки.

Пример: провести в QS10 поиск текста, сохраненного в параметре QS13. Начинать поиск с третьего места

```
37 Q50 = INSTR ( SRC_QS10 SEA_QS13 BEG2 )
```

Определение длины параметра строки

Функция **STRLEN** указывает на то, текст какой длины сохранен в выбираемом оператором параметре строки.

- Выбор функций Q-параметров

- Выберите функцию ФОРМУЛА
- Введите номер Q-параметра, в который система ЧПУ должна сохранять значение определяемой длины строки, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

- Переключите панель Softkey

- Выберите функцию определения длины текста в параметре строки
- Введите номер QS-параметра, длину которого система ЧПУ должна определить, подтвердита ввод нажатием клавиши ENT
- Закрыть скобки нажатием клавиши ENT и завершите ввод нажатием клавиши END

Пример: определение длины QS15

```
37 Q52 = STRLEN ( SRC_QS15 )
```

Сравнение алфавитных последовательностей

Используя функцию **STRCOMP**, можно сравнивать алфавитные последовательности параметров строки.

- Выбор функций Q-параметров

- Выберите функцию ФОРМУЛА
- Введите номер Q-параметра, в который система ЧПУ должна сохранить результат сравнения, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

- Переключите панель Softkey

- Выберите функцию сравнения параметров строки
- Введите номер первого QS-параметра, для которого система ЧПУ должна провести его сравнение с другими, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Введите номер второго QS-параметра, для которого система ЧПУ должна провести его сравнение с другими, подтвердите ввод нажатием клавиши ENT
- Закройте скобки нажатием клавиши ENT и завершите ввод нажатием клавиши END

Система ЧПУ выдаст следующие результаты:

- **0**: сравненные QS-параметры идентичны
- **+1**: По алфавитному порядку первый QS-параметр находится **перед** вторым QS-параметром
- **-1**: По алфавитному порядку первый QS-параметр находится **за** вторым QS-параметром

Пример: сравнение алфавитной последовательности QS12 и QS14

```
37 Q52 = STRCOMP ( SRC_QS12 SEA_QS14 )
```

10.12 Q-параметры с заданными значениями

За Q-параметрами от Q100 до Q122 система ЧПУ закрепляет значения. Q-параметрам присваиваются:

- Значения из PLC
- Данные об инструменте и шпинделе
- Данные об эксплуатационном состоянии и т.п.

Значения из PLC: от Q100 до Q107

Система ЧПУ использует параметры от Q100 до Q107, для того, чтобы переписать значения из PLC в NC-программу.

Активный радиус инструмента: Q108

Активное значение радиуса инструмента присваивается Q108. Q108 состоит из:

- Радиус инструмента R (таблица инструментов или TOOL DEF-предложение)
- Дельта-значение DR из таблицы инструментов
- Дельта-значение DR из TOOL CALL-кадра

Ось инструментов: Q109

Значение параметра Q109 зависит от текущей оси инструментов:

Ось инструмента	Значение параметра
Ось инструмента не определена	Q109 = –1
X-ось	Q109 = 0
Y-ось	Q109 = 1
Z-ось	Q109 = 2
U-ось	Q109 = 6
V-ось	Q109 = 7
W-ось	Q109 = 8

Состояние шпинделя: Q110

Значение параметра Q110 зависит от последней запрограммированной M-функции для шпинделя:

M-функция	Значение параметра
Состояние шпинделя не определено	Q110 = –1
M03: Шпиндель ВКЛ, по часовой стрелке	Q110 = 0
M04: Шпиндель ВКЛ, против часовой стрелки	Q110 = 1
M05 после M03	Q110 = 2
M05 после M04	Q110 = 3

Подача СОЖ: Q111

M-функция	Значение параметра
M08: Подача СОЖ ВКЛ	Q111 = 1
M09: Подача СОЖ ВЫКЛ	Q111 = 0

Коэффициент перекрытия: Q112

Система ЧПУ присваивает Q112 коэффициент перекрытия при фрезеровании карманов (MP7430).

Размеры, указанные в программе: Q113

Значение параметра Q113 при вложении подпрограмм с PGM CALL зависит от размеров, указанных в той программе, которая первой вызывает другую программу.

Размеры, указанные в главной программе	Значение параметра
Метрическая система (мм)	Q113 = 0
Система измерения в дюймах (дюйм)	Q113 = 1

Длина инструмента: Q114

Текущее значение длины инструмента присваивается Q114.

Координаты после ощупывания во время выполнения программы

Параметры с Q115 по Q119 после запрограммированного измерения с помощью измерительного щупа содержат координаты положения шпинделя в момент ощупывания. Координаты относятся к опорной точке, активной в ручном режиме работы.

Значения длины измерительного щупа и радиуса наконечника щупа для этих координат не учитываются.

Ось координат	Значение параметра
X-ось	Q115
Y-ось	Q116
Z-ось	Q117
IV-я ось зависит от станка	Q118
V-я ось зависит от станка	Q119

Отклонение фактического значения от заданного при автоматическом измерении инструмента с помощью TT 130

Отклонение фактического значения от заданного	Значение параметра
Длина инструмента	Q115
Радиус инструмента	Q116

Разворот плоскости обработки с помощью углов заготовки: координаты, рассчитанные системой ЧПУ для осей вращения

Координаты	Значение параметра
A-ось	Q120
B-ось	Q121
C-ось	Q122

Результаты измерения циклов измерительного щупа (см. также руководство пользователя "Циклы измерительных щупов")

Измеренные фактические значения	Значение параметра
Угол прямой	Q150
Центр на главной оси	Q151
Центр на вспомогательной оси	Q152
Диаметр	Q153
Длина кармана	Q154
Ширина кармана	Q155
Длина выбранной в цикле оси	Q156
Положение средней оси	Q157
Угол A-оси	Q158
Угол B-оси	Q159
Координата выбранной в цикле оси	Q160

Установленное отклонение	Значение параметра
Центр на главной оси	Q161
Центр на вспомогательной оси	Q162
Диаметр	Q163
Длина кармана	Q164
Ширина кармана	Q165
Измеренная длина	Q166
Положение средней оси	Q167

Установленные пространственные углы	Значение параметра
Поворот вокруг A-оси	Q170
Поворот вокруг B-оси	Q171
Поворот вокруг C-оси	Q172

Состояние заготовки	Значение параметра
Хорошо	Q180
Дополнительная обработка	Q181
Брак	Q182

Измерение инструмента при помощи лазера BLUM	Значение параметра
Зарезервирован	Q190
Зарезервирован	Q191
Зарезервирован	Q192
Зарезервирован	Q193

Зарезервирован для внутреннего использования	Значение параметра
Отметка для циклов	Q195
Отметка для циклов	Q196
Отметка для циклов (графическое изображение обработки)	Q197
Номер последнего активного цикла измерения	Q198

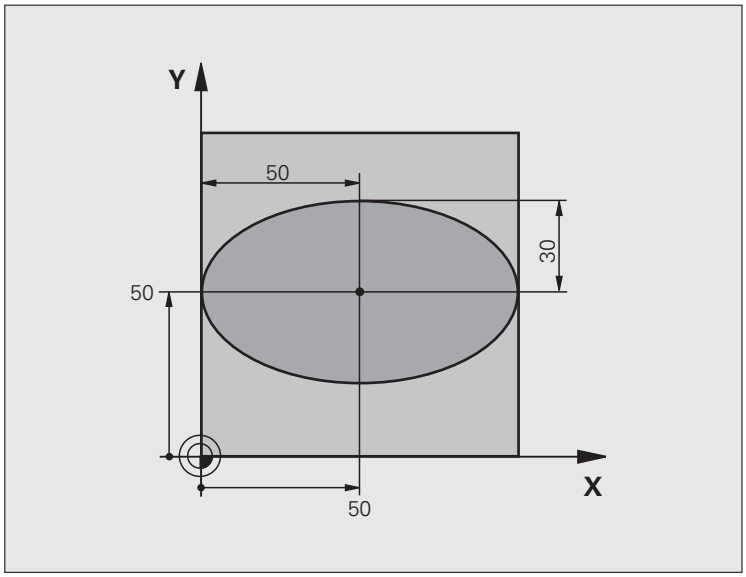
Состояние измерения инструмента с помощью TT	Значение параметра
Инструмент в пределах допуска	Q199 = 0,0
Инструмент изношен (LTOL/RTOL превышен)	Q199 = 1,0
Инструмент сломан (LBREAK/RBREAK превышен)	Q199 = 2,0

10.13 Примеры программирования

Пример: эллипс

Отработка программы

- Контур эллипса состоит из большого количества небольшихотрезков прямой (определяемых в Q7). Чем больше расчетных шагов установлено, тем более сглаженным будет контур.
- Направление фрезерования устанавливается при помощи стартового и конечного угла на поверхности:
  Направление обработки по часовой стрелке:
  Стартовый угол > Конечный угол
  Направление обработки против часовой стрелки:
  Стартовый угол< Конечный угол
- Радиус инструмента не учитывается



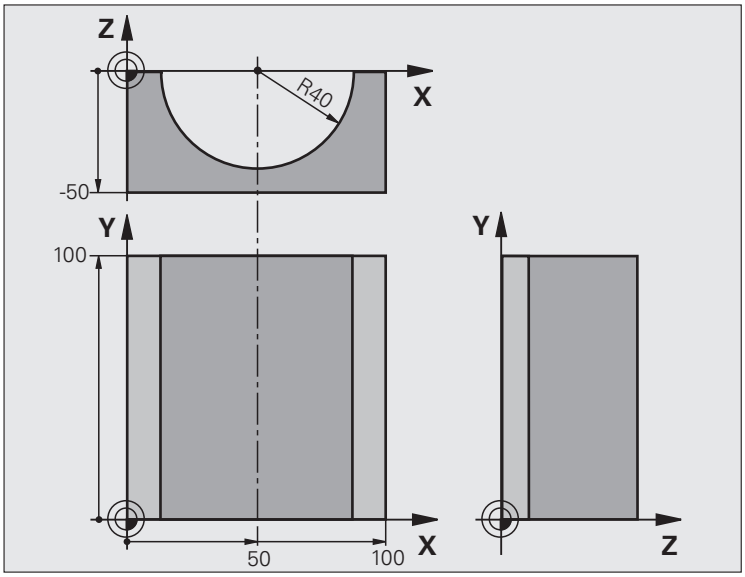
0 BEGIN PGM ELLIPSE MM	
1 FN 0: Q1 = +50	Центр X-оси
2 FN 0: Q2 = +50	Центр Y-оси
3 FN 0: Q3 = +50	Полуось X
4 FN 0: Q4 = +30	Полуось Y
5 FN 0: Q5 = +0	Стартовый угол на плоскости
6 FN 0: Q6 = +360	Конечный угол на плоскости
7 FN 0: Q7 = +40	Количество расчетных шагов
8 FN 0: Q8 = +0	Угловое положение эллипса
9 FN 0: Q9 = +5	Глубина фрезерования
10 FN 0: Q10 = +100	Подача на глубину
11 FN 0: Q11 = +350	Подача фрезерования
12 FN 0: Q12 = +2	Безопасное расстояние для предварительного позиционирования
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15 TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
16 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
17 CALL LBL 10	Вызов обработки

18 L Z+100 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
19 LBL 10	Подпрограмма 10: обработка
20 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Перемещение нулевой точки в центр эллипса
21 CYCL DEF 7.1 X+Q1	
22 CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
23 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Пересчет положения поворота на плоскости
24 CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
25 Q35 = (Q6 - Q5) / Q7	Рассчет шага угла
26 Q36 = Q5	Копирование стартового угола
27 Q37 = 0	Установка счетчика резки
28 Q21 = Q3 * COS Q36	Рассчет X-координаты точки старта
29 Q22 = Q4 * SIN Q36	Рассчет Y-координаты точки старта
30 L X+Q21 Y+Q22 R0 FMAX M3	Подвод к стартовой точке на плоскости
31 L Z+Q12 R0 FMAX	Предварительное позиционирование на безопасное расстояние по оси шпинделя
32 L Z-Q9 R0 FQ10	Перещение на глубину обработки
33 LBL 1	
34 Q36 = Q36 + Q35	Актуализация угла
35 Q37 = Q37 + 1	Актуализация счетчиа резки
36 Q21 = Q3 * COS Q36	Расчет текущей X-координаты
37 Q22 = Q4 * SIN Q36	Расчет текущей Y-координаты
38 L X+Q21 Y+Q22 R0 FQ11	Подвод к следующей точке
39 FN 12: IF +Q37 LT +Q7 GOTO LBL 1	Запрос: если не готов, то возврат к LBL 1
40 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Сброс поворота
41 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
42 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Сброс смещения нулевой точки
43 CYCL DEF 7.1 X+0	
44 CYCL DEF 7.2 Y+0	
45 L Z+Q12 R0 FMAX	Отвод на безопасное расстояние
46 LBL 0	Конец подпрограммы
47 END PGM ЭЛЛИПС MM	

Пример: цилиндр вогнутый, выполненный с помощью радиусной фрезы

Отработка программы

- Программа работает только с радиусной фрезой, длина инструмента относится к центру шара
- Контур цилиндра выстраивается из большого количества небольших отрезков прямой (определяемых через Q13). Чем больше определено шагов резки, тем более сглаженным будет контур.
- Цилиндр фрезеруется продольной резкой (здесь: параллельно к Y-оси)
- Направление фрезерования определяется стартовым углом и конечным углом в пространстве:
  Направление обработки по часовой стрелке:
  Стартовый угол > Конечный угол
  Направление обработки против часовой стрелки:
  Стартовый угол < Конечный угол
- Радиус инструмента корректируется автоматически



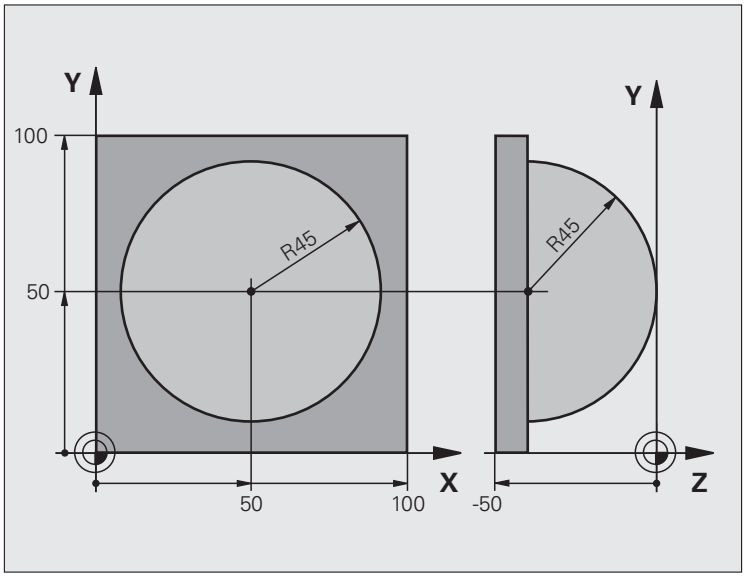
0 BEGIN PGM ZYLIN MM	
1 FN 0: Q1 = +50	Центр X-оси
2 FN 0: Q2 = +0	Центр Y-оси
3 FN 0: Q3 = +0	Центр Z-оси
4 FN 0: Q4 = +90	Стартовый угол, пространство (плоскость Z/X)
5 FN 0: Q5 = +270	Конечный угол, пространство (плоскость Z/X)
6 FN 0: Q6 = +40	Радиус цилиндра
7 FN 0: Q7 = +100	Длина цилиндра
8 FN 0: Q8 = +0	Угловое положение на плоскости X/Y
9 FN 0: Q10 = +5	Припуск на радиус цилиндра
10 FN 0: Q11 = +250	Подача врезания на глубину
11 FN 0: Q12 = +400	Подача фрезерования
12 FN 0: Q13 = +90	Количество проходов резки
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Определение заготовки
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15 TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
16 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
17 CALL LBL 10	Вызов обработки
18 FN 0: Q10 = +0	Сброс припуска
19 CALL LBL 10	Вызов обработки

20 L Z+100 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
21 LBL 10	Подпрограмма 10: обработка
22 Q16 = Q6 - Q10 - Q108	Расчет припуска и инструмента в привязке к радиусу цилиндра
23 FN 0: Q20 = +1	Установка счетчика резки
24 FN 0: Q24 = +Q4	Копирование стартового угла, пространство (плоскость Z/X)
25 Q25 = (Q5 - Q4) / Q13	Рассчет шага угла
26 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Смещение нулевой точки в центр цилиндра (X-ось)
27 CYCL DEF 7.1 X+Q1	
28 CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
29 CYCL DEF 7.3 Z+Q3	
30 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Пересчет положения поворота на плоскости
31 CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
32 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Предварительное позиционирование на плоскости в центр цилиндра
33 L Z+5 R0 F1000 M3	Предварительное позиционирование на оси шпинделя
34 LBL 1	
35 CC Z+0 X+0	Установка полюса на Z/X-плоскости
36 LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Подвод к позиции старта цилиндра, врезаясь в материал под углом
37 L Y+Q7 R0 FQ12	Продольная резка в направлении Y+
38 FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Актуализация счетчика резки
39 FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Актуализация пространственного угла
40 FN 11: IF +Q20 GT +Q13 GOTO LBL 99	Запрос: если готово, то переход в конец
41 LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Проход по приближенной ”дуге” для следующей продольной резки
42 L Y+0 R0 FQ12	Продольная резка в направлении Y–
43 FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Актуализация счетчика резки
44 FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Актуализация пространственного угла
45 FN 12: IF +Q20 LT +Q13 GOTO LBL 1	Запрос: если не готов, то возврат к LBL 1
46 LBL 99	
47 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Сброс поворота
48 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
49 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Сброс смещения нулевой точки
50 CYCL DEF 7.1 X+0	
51 CYCL DEF 7.2 Y+0	
52 CYCL DEF 7.3 Z+0	
53 LBL 0	Конец подпрограммы
54 END PGM ZYLIN	

Пример: выпуклый шар, выполненный концевой фрезой

Отработка программы

- Программа работает только с концевой фрезой
- Контур шара строится из большого количества небольших отрезков прямой (Z/X-плоскость, определяемая через параметр Q14). Чем меньший шаг угла определен, тем более сглаженным будет контур.
- Количество проходов резки по контуру определяется через шаг угла на плоскости (через Q18)
- Шар фрезеруется при помощи трехмерной резки снизу вверх
- Радиус инструмента корректируется автоматически



0 BEGIN PGM KUGEL MM	
1 FN 0: Q1 = +50	Центр X-оси
2 FN 0: Q2 = +50	Центр Y-оси
3 FN 0: Q4 = +90	Стартовый угол, пространство (плоскость Z/X)
4 FN 0: Q5 = +0	Конечный угол, пространство (плоскость Z/X)
5 FN 0: Q14 = +5	Шаг угла в пространстве
6 FN 0: Q6 = +45	Радиус шара
7 FN 0: Q8 = +0	Стартовый угол, угловое положение на плоскости X/Y
8 FN 0: Q9 = +360	Конечный угол, угловое положение на плоскости X/Y
9 FN 0: Q18 = +10	Шаг угла на плоскости X/Y для черновой обработки
10 FN 0: Q10 = +5	Припуск на радиус шара для черновой обработки
11 FN 0: Q11 = +2	Безопасное расстояние для предварительного позиционирования по оси шпинделя
12 FN 0: Q12 = +350	Подача фрезерования
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Определение заготовки
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15 TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
16 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала

17 CALL LBL 10	Вызов обработки
18 FN 0: Q10 = +0	Сброс припуска
19 FN 0: Q18 = +5	Шаг угла на плоскости X/Y для чистовой обработки
20 CALL LBL 10	Вызов обработки
21 L Z+100 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
22 LBL 10	Подпрограмма 10: обработка
23 FN 1: Q23 = +Q11 + +Q6	Расчет Z-координаты для предварительного позиционирования
24 FN 0: Q24 = +Q4	Копирование стартового угла, пространство (плоскость Z/X)
25 FN 1: Q26 = +Q6 + +Q108	Ввод поправка на радиус шара для предварительного позиционирования
26 FN 0: Q28 = +Q8	Копирование положения поворота на плоскости
27 FN 1: Q16 = +Q6 + -Q10	Учитывать припуск на радиус шара
28 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Смещение нулевой точки в центр шара
29 CYCL DEF 7.1 X+Q1	
30 CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
31 CYCL DEF 7.3 Z-Q16	
32 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Пересчет стартового угла положения на плоскости
33 CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
34 LBL 1	Предварительное позиционирование на оси шпинделя
35 CC X+0 Y+0	Установка полюса на X/Y-плоскости для предварительного позиционирования
36 LP PR+Q26 PA+Q8 R0 FQ12	Предварительное позиционирование на плоскости
37 CC Z+0 X+Q108	Установите полюс на Z/X-плоскости, со смещением на значение радиуса инструмента
38 L Y+0 Z+0 FQ12	Перемещение на глубину

39 LBL 2	
40 LP PR+Q6 PA+Q24 FQ12	Проход по приближенной “дуге” вверх
41 FN 2: Q24 = +Q24 - +Q14	Актуализация пространственного угла
42 FN 11: IF +Q24 GT +Q5 GOTO LBL 2	Запрос готова ли дуга, если нет, то возврат к LBL 2
43 LP PR+Q6 PA+Q5	Подход к конечному углу в пространстве
44 L Z+Q23 R0 F1000	Вывод инструмента по оси шпинделя
45 L X+Q26 R0 FMAX	Предварительное позиционирование для следующей дуги
46 FN 1: Q28 = +Q28 + +Q18	Актуализация положения поворота на плоскости
47 FN 0: Q24 = +Q4	Сброс пространственного угла
48 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Активация нового положения поворота
49 CYCL DEF 10.0 ROT+Q28	
50 FN 12: IF +Q28 LT +Q9 GOTO LBL 1	
51 FN 9: IF +Q28 EQU +Q9 GOTO LBL 1	Запрос, готово ли, если нет, то возврат к LBL 1
52 CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Сброс поворота
53 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
54 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Сброс смещения нулевой точки
55 CYCL DEF 7.1 X+0	
56 CYCL DEF 7.2 Y+0	
57 CYCL DEF 7.3 Z+0	
58 LBL 0	Конец подпрограммы
59 END PGM ШАР MM (MM)	

11

Тест программы и отработка программы

11.1 Графика

Применение

В режимах работы "Отработка программы" и "Тест программы" система ЧПУ графически моделирует обработку. С помощью перепрограммируемых клавиш следует выбрать

- вид сверху
- изображение в 3 плоскостях
- трехмерное изображение

Графика ЧПУ соответствует изображению заготовки, обрабатываемой цилиндрическим инструментом. Если таблица инструментов активна, оператор может отобразить обработку радиусной фрезой. Для этого следует ввести R2 = R в таблицы инструментов.

Система ЧПУ не отображает графику, если

- текущая программа не содержит действующего определения заготовки
- не выбрана ни одна программа

Графическое моделирование невозможно использовать для частей программы или программ с движениями осей вращения: в таких случаях система ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Обзор: виды

В режимах "Отработка программы" и "Тест программы" система ЧПУ отображает следующие клавиши Softkey:

Вид	Softkey
Вид сверху	
Изображение в 3 плоскостях	
Трехмерное изображение	

Ограничение во время выполнения программы

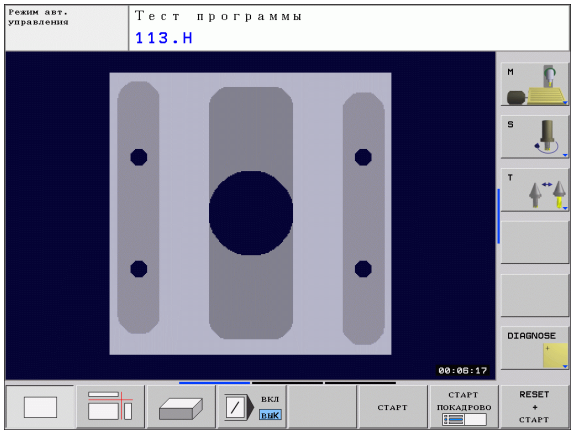
Обработку невозможно синхронно отображать графически, если процессор ЧПУ уже загружен сложными задачами обработки или обработкой больших поверхностей. Пример: фрезерование всей заготовки за несколько проходов большим инструментом. Система ЧПУ перестает отображать графику и выводит текст **ОШИБКА** в окне графики. Выполнение обработки продолжается.

Вид сверху

Такой вид графического моделирования производится с наиболее высокой скоростью.

- Выберите вид сверху нажатием клавиши Softkey
- Для отображения глубины в этой графике действительно следующее:

  “чем глубже, тем темнее”



Изображение в 3 плоскостях

На изображении показан вид сверху с двумя сечениями, как на техническом чертеже.

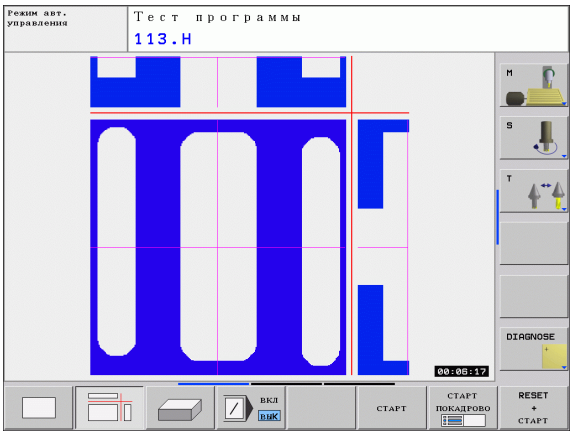
Если используется изображение в 3 плоскостях, можно применять функции увеличения фрагментасмотри „Увеличение фрагмента”, страница 456.

Дополнительно можно смещать плоскость резки, используя клавиши Softkey:

- Нажмите клавишу Softkey для изображения заготовки в 3 плоскостях

- Переключите панель Softkey и затем нажать клавишу Softkey для выбора плоскостей резки
- Система ЧПУ показывает следующие клавиши Softkey:

Функция	Softkey	
Сместите вертикальную плоскость резки вправо или влево		
Сместите вертикальную плоскость резки вперед или назад		
Сместите горизонтальную плоскость резки вверх или вниз		



Положение плоскости резки отображается на дисплее во время перемещения.

Базовая настройка для плоскости резки выбрана так, что она лежит на плоскости обработки и на оси инструмента в центре заготовки.

Трехмерное изображение

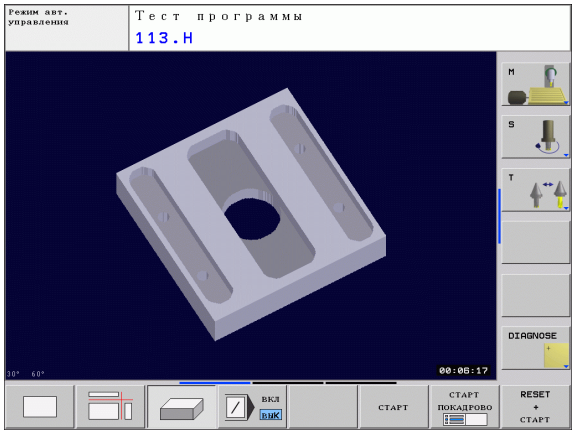
Система ЧПУ отображает заготовку в пространстве.

Трехмерное изображение можно поворачивать вокруг вертикальной оси или вокруг горизонтальной оси. Очертания заготовки в начале графического моделирования можно представить в виде рамок.

Очертания заготовки в начале графического моделирования можно представить в виде рамок.

В режиме работы "Тест программы" можно использовать функцию увеличения фрагмента, смотри „Увеличение фрагмента", страница 456.

▶ Выберите трехмерное изображение нажатием клавиши Softkey.



Поворот трехмерного изображения

▶ Следует переключать панели Softkey до тех пор, пока не появится клавиша Softkey для выбора функции "Поворот"

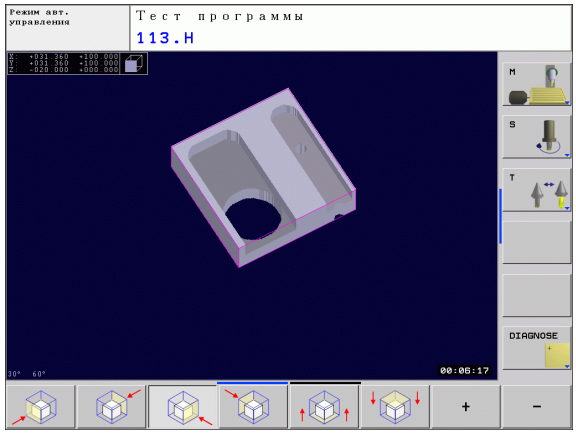
▶ Выбор функции поворота:

Функция	Softkey	
Поворот изображения вертикально, используя 15°-шаги		
Поворот изображения по горизонтальной оси, используя 15°-шаги		

Увеличение фрагмента

Фрагмент можно изменить в режимах работы "Тест программы" и "Отработка программы" при использовании "изображения в 3 плоскостях" и "трехмерного изображения".

Для этого следует остановить графическое моделирование или выполнение программы. Функция увеличения фрагмента всегда действует во всех видах изображения.



Изменение степени увеличения фрагмента

Клавиши Softkey: см. таблицу

- Если необходимо, остановить графическое моделирование
- Переключайте панель Softkey в режиме "Тест программы" или в режиме "Отработка программы" до тех пор, пока не появится клавиша для выбора увеличения фрагмента.

- Выбор функции увеличения фрагмента
- Выбор стороны заготовки клавишей Softkey (см. таблицу внизу)
- Уменьшение или увеличение заготовки: нажмите и удерживайте клавиши Softkey УМЕНЬШЕНИЕ или УВЕЛИЧЕНИЕ.
- Переключите панель Softkey и нажмите клавишу Softkey ФРАГМЕНТ НАЗНАЧИТЬ
- Перезапустите тест программы или отработку программы нажатием клавиши Softkey СТАРТ (RESET + СТАРТ возвращает форму и размеры заготовки к исходным)

Координаты при увеличении фрагмента

Система ЧПУ в процессе увеличения фрагмента отображает выбранную сторону заготовки и координаты оставшейся блочной формы для каждой оси.

Функция	Softkey	
Выбор левой/правой стороны заготовки		
Выбор передней/задней стороны заготовки		
Выбор верхней/нижней стороны заготовки		
Уменьшение или увеличение поверхности резки заготовки	–	+
Назначение фрагмента	ПРИНЯТЬ ОТРЕЗОК	

Смоделированные операции обработки не учитываются после настройки нового фрагмента заготовки. Система ЧПУ изображает уже обработанную область как заготовку.

Повтор графического моделирования

Можно проводить графическое моделирование программы обработки настолько часто, насколько это необходимо. Для этого можно восстанавливать предыдущее изображение заготовки либо увеличенного фрагмента заготовки.

Функция	Softkey
Отображение необработанного заготовки с последним увеличением фрагмента	ВОССТ. ИСХОДНУ» BLK FORM
Сбросьте увеличение фрагмента так, чтобы система ЧПУ показала обработанную или необработанную заготовку согласно запрограммированной BLK-форме	ОКНО BLK FORM

После нажатия клавиши Softkey ЗАГОТОВКА КАК BLK-ФОРМА система ЧПУ снова отобразит заготовку с запрограммированными размерами.

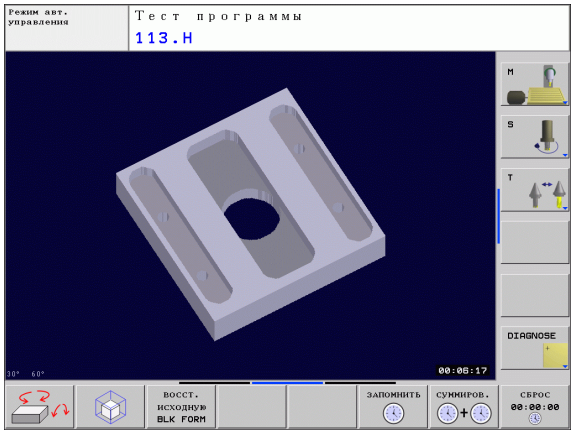
Определение времени обработки

Режимы работы при выполнении программы

Индикация времени с момента запуска программы до конца программы. При прерывании время останавливается.

Тест программы

Индикация времени, которое вычисляется ЧПУ для движений инструментов, выполняющихся с подачей. Время, определенное системой ЧПУ, предназначено для расчета времени изготовления только условно, так как ЧПУ не учитывает время для машинных операций (например, для смены инструмента).



Выбор функции секундомера

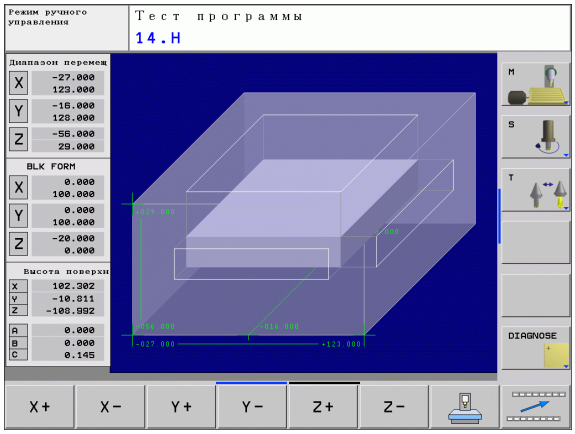
Переключайте панель Softkey до тех пор, пока система ЧПУ не отобразит следующие клавиши Softkey с функциями секундомера:

Функции секундомера	Softkey
Введите показанное время в память	ЗАПОМНИТЬ
Индикация суммы сохраняемого в памяти и показанного времени	СУММИРОВ.
Сброс показанного времени	СБРОС 00:00:00

11.2 Изображение заготовки в рабочем пространстве

Применение

В режиме работы "Тест программы" можно при помощи графики проверять положение заготовки или опорной точки в рабочем пространстве станка, а также активировать контроль рабочего пространства в режиме работы "Тест программы": для этого следует нажать клавишу Softkey **ЗАГОТОВКА В РАБ. ПРОСТР.** Используя клавишу Softkey **Контроль конеч. выкл. ПО** (вторая панель Softkey), можно активировать или деактивировать эту функцию.



Следующий прозрачный параллелепипед изображает заготовку, размеры которой находятся в таблице **BLK-ФОРМА**. Система ЧПУ принимает размеры из определения заготовки, заданного в выбранной программе. Параллелепипед заготовки определяет систему координат ввода, нулевая точка которой находится внутри параллелепипеда области перемещения.

Как правило, местонахождение заготовки в рабочем пространстве не играет значительной роли при точном контроле теста программы. Но, если активируется контроль рабочего пространства, следует "графически" смещать заготовку таким образом, чтобы она находилась в пределах рабочего пространства. Используйте для этого клавиши Softkey, приведенные в таблице.

Кроме того, можно активировать действующую опорную точку для режима работы "Тест программы" (см. приведенную далее таблицу, последнюю строку).

Функция	Softkey	
Смещение заготовки в положительном/ отрицательном направлении по оси X	X+	X-
Смещение заготовки в положительном/ отрицательном направлении по оси Y	Y+	Y-
Смещение заготовки в положительном/ отрицательном направлении по оси Z	Z+	Z-
Отображение заготовки с привязкой к заданной опорной точке		
Включение или выключение функции контроля	Контроль кон. выкл. ПО	

11.3 Функции индикации программы

Обзор

В режимах отработки программы и в режиме работы "Тест программы" система ЧПУ показывает клавиши Softkey, при помощи которых можно постранично выводить программу на экран:

Функции	Softkey
Переход на предыдущую страницу программы, отображаемую на дисплее	СТРАНИЦА
Переход на следующую страницу программы, отображаемую на дисплее	СТРАНИЦА
Переход в начало программы	НАЧАЛО
Переход в конец программы	КОНЕЦ

11.4 Тест программы

Применение

В режиме работы "Тест программы" моделируется выполнение программ и частей программ для того, чтобы исключить появление ошибок в процессе выполнения программы. Система ЧПУ поддерживает обнаружение

- геометрических несоответствий
- отсутствующих данных
- невыполнимых переходов
- нарушений рабочего пространства

Дополнительно можно пользоваться следующими функциями:

- покадровое выполнение теста программы
- пропуск кадров
- функции графического изображения
- определение времени обработки
- дополнительная индикация состояния

При графическом моделировании система ЧПУ может моделировать не все из фактически выполняемых станком перемещений, например,

- перемещения при смене инструмента, определенные фирмой-производителем станка в макросе смены инструмента или в PLC
- движения позиционирования, определенного фирмой-производителем станка в макросе функции M
- позиционирование, выполняемое фирмой-производителем через PLC
- позиционирование, при котором меняются паллеты

Поэтому фирма HEIDENHAIN рекомендует с осторожностью начинать перемещения в программе, даже если тест программы не вызвал появления сообщения об ошибке или каких-либо видимых повреждений заготовки.

Система ЧПУ, как правило, запускает тест программы после вызова инструмента всегда со следующей позиции:

- На плоскости обработки с определенной в **BLK ФОРМЕ MIN**-точкой
- На оси инструмента 1 мм над определенной в **BLK ФОРМЕ MAX**-точкой

Если вызывается тот же самый инструмент, система ЧПУ продолжает моделировать программу с запрограммированной до вызова инструмента позиции.

Чтобы достигнуть четкости действий при отработке, следует после смены инструмента выполнить подвод к позиции, с которой ЧПУ может без опасности столкновения выполнить позиционирование для обработки.

Выполнение теста программы

При активном центральном запоминающем устройстве инструментов следует заранее активировать таблицу инструментов для теста программы (статус S). Для этого в режиме работы "Тест программы" следует выбрать таблицу инструментов, используя меню управление файлами (PGM MGT).

- Выберите режим работы "Тест программы"
- Отобразите с помощью клавиши PGM MGT меню управления файлами и выберите файл, который должен быть протестирован или
- выберите начало программы: нажатием клавиши GOTO выберите строку “0” и подтвердите ввод нажатием клавиши ENT

Система ЧПУ отобразит следующие клавиши Softkey:

Функции	Softkey
Сброс заготовки и тест всей программы	RESET + СТАРТ
Тест всей программы	СТАРТ
Отдельный тест каждого кадра программы	СТАРТ ПОКАДРОВО
Остановка теста программы (клавиша Softkey отображается только в том случае, если оператор запустил тест программы)	СТОП

Оператор может в любое время, даже в циклах обработки, прервать тест программы, а позже продолжить его. Чтобы сохранялась возможность продолжить тест, запрещается выполнять следующие действия:

- выбирать другой кадр нажатием клавиши GOTO
- производить изменения в программе
- менять режим работы
- выбирать новую программу

11.5 Отработка программы

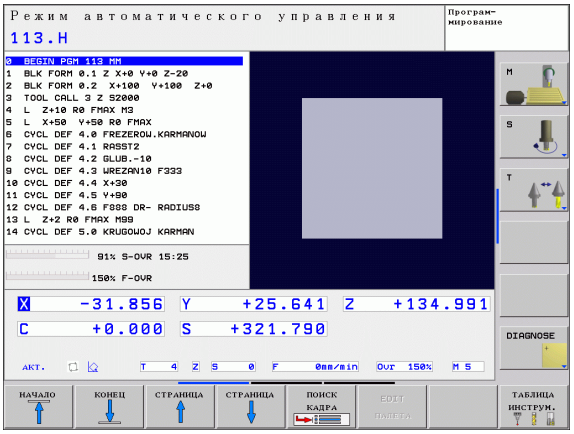
Применение

В режиме работы "Выполнение программы в автоматическом режиме" ЧПУ непрерывно отрабатывает программу обработки до конца программы или до запрограммированного перерыва.

В режиме "Покадровое выполнение программы" ЧПУ отрабатывает каждый кадр отдельно, после нажатия внешней клавиши СТАРТ.

Следующие функции ЧПУ можно использовать в режимах отработки программы:

- Прерывание выполнения программы
- Выполнение программы с определенного кадра
- Пропуск кадров
- Редактирование таблицы инструментов TOOL.T
- Контроль и изменение Q-параметров
- Наложение позиционирования маховичком
- Функции для графического изображения
- Дополнительная индикация состояния



Выполнение программы обработки

Подготовка

1 Закрепление заготовки на столе станка
2 Назначение опорной точки
3 Необходимые таблицы и паллеты – следует выбрать файлы (статус M)
4 Выбор программы обработки (статус M)

Измените скорость подачи и частоту вращения шпинделя с помощью потенциометров.

Используя клавишу Softkey FMAX, можно уменьшить скорость ускоренного ходу, если нужно выполнить наладку NC-программы. Введенное значение останется активным и после выключения/включения станка. Чтобы восстановить начальную скорость ускоренной подачи, следует снова ввести соответствующее числовое значение.

Выполнение программы в автоматическом режиме

▶ Запустите программу обработки с помощью внешней клавиши СТАРТ

Покадровое выполнение программы

▶ Каждый кадр программы обработки следует запускать отдельно с помощью внешней клавиши СТАРТ

Прерывание обработки

Существуют разные возможности прерывания выполнения программы:

- Запрограммированные перерывы
- Внешняя клавиша СТОП

Если система ЧПУ регистрирует ошибку во время выполнения программы, то она автоматически прерывает обработку.

Запрограммированные прерывания

Прерывания можно задать напрямую в программе обработки. Система ЧПУ прерывает выполнение программы сразу по достижении программой обработки кадра, содержащего следующие данные:

- СТОП (с дополнительной функцией или без нее)
- Дополнительная функция M0, M2 или M30
- Дополнительная функция M6 (устанавливается фирмой-производителем станков)

Прерывание внешней клавишей СТОП.

- Нажмите внешнюю клавишу СТОП: кадр, отрабатываемый ЧПУ в момент нажатия клавиши, не выполняется полностью; в индикации состояния мигает символ NC-стоп (см. таблицу)
- Если продолжение обработки не планируется, следует сбросить ЧПУ нажатием клавиши Softkey ВНУТРЕННИЙ СТОП: символ NC-стоп в индикации состояния гаснет. В таком случае следует снова запустить программу с самого начала

Символ	Значение
	Программа остановлена

Перемещение осей станка во время прерывания

Можно перемещать оси станка во время прерывания обработки, также как и в режиме работы "Ручное управление".

Пример применения:
Вывести шпиндель из материала после поломки инструмента

- Прервать обработку
- Разблокировать внешние клавиши направления: нажать клавишу Softkey РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ.
- Перемещение осей станка с помощью внешних клавиш направления

При работе с некоторыми станками после нажатия клавиши Softkey РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ следует нажать внешнюю клавишу СТАРТ для разблокировки внешних клавиш направления. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Продолжение выполнения программы после прерывания

Если выполнение программы прерывается во время цикла обработки, то при повторном входе в программу следует продолжить выполнение программы с начала цикла. Система ЧПУ должна будет повторить уже выполненные шаги обработки.

Если отработка программы прерывается при повторе части программы или при выполнении подпрограммы, следует с помощью функции ПОИСК КАДРА повторно выполнить подвод к месту прерывания.

При прерывании выполнения программы ЧПУ сохраняет в памяти

- данные последнего вызванного инструмента
- активные преобразования координат (например, смещение нулевой точки, поворот, зеркальное отображение)
- координаты последнего определенного центра окружности

Примите во внимание, что сохраненные в памяти данные остаются активными до момента их сброса (например, до момента выбора новой программы).

Хранящиеся в памяти данные используются для повторного подвода к контуру после ручного перемещения осей станка во время перерыва (клавиша Softkey ПОДВОД К ПОЗИЦИИ).

Продолжение выполнения программы клавишей СТАРТ

После прерывания можно продолжить выполнение программы при помощи внешней клавиши СТАРТ, если выполнение программы было приостановлено следующим способом:

- была нажата внешняя клавиша СТОП
- запрограммировано прерывание

Продолжение выполнения программы после ошибки

Если сообщение об ошибке не мигает:

- устраните причину ошибки
- сбросьте сообщение об ошибке на дисплее: нажмите клавишу CE
- запустите программу заново или продолжите выполнение программы с того места, на котором она была прервана

При "ошибках в обработке данных":

- переключитесь в режим РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
- нажмите клавишу Softkey ВЫКЛ
- устраните причину ошибки
- перезапуститесь

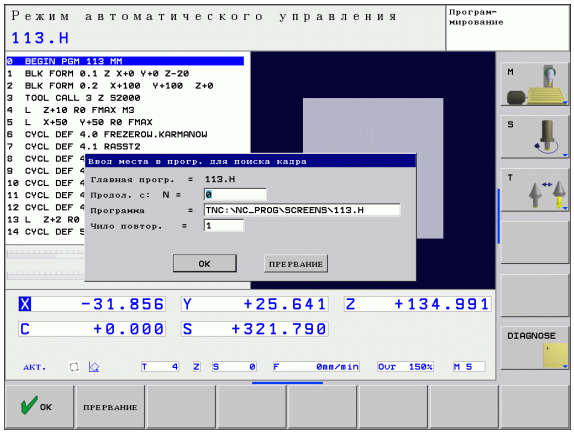
При повторном возникновении ошибки следует записать текст сообщения об ошибке и сообщить о ней в сервисную службу.

Вход в программу в произвольном месте (поиск кадра)

Функция ПОИСК КАДРА должна быть активирована и настроена фирмой-производителем станка. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

С помощью функции ПОИСК КАДРА можно отрабатывать программы со свободно выбираемого кадра N. Обработку заготовки до этого кадра ЧПУ учитывает в расчетах. Она может отображаться системой ЧПУ при помощи графики.

Если программа была прервана клавишей ВНУТРЕННИЙ СТОП, система ЧПУ автоматически предлагает для входа в программу кадр N, в котором программа была прервана.



Не разрешается начинать поиск кадра в подпрограмме.

Все необходимые программы, таблицы и файлы паллет должны быть выбраны в режиме отработки программы (состояние M).

Если программа содержит запрограммированное прерывание до конца поиска кадра, в месте запрограммированного прерывания осуществляется прерывание поиска. Чтобы продолжить поиск кадра, следует нажать внешнюю клавишу СТАРТ.

Во время поиска кадра запросы оператора не допускаются.

После поиска кадра инструмент перемещается на установленную позицию с помощью функции ПОДВОД К ПОЗИЦИИ.

Поправка на длину инструмента начинает действовать только после вызова инструмента и следующего кадра позиционирования. Этот принцип действует даже тогда, когда была изменена только длина инструмента.

Система ЧПУ пропускает все циклы измерительных щупов во время поиска кадра. Параметры результатов, описываемые этими циклами, не содержат в данном случае никаких значений.

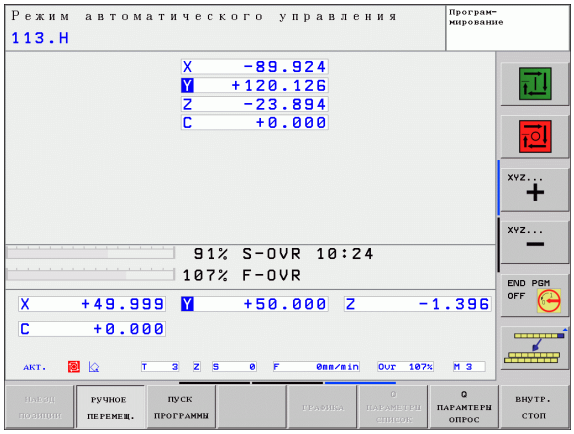
- Начните поиск кадра с первого кадра текущей программы: ввести GOTO “0”.

- Начало поиска кадра: нажмите клавишу Softkey ПОИСК КАДРА N
- **Поиск кадра N**: введите номер N кадра, по достижении которого поиск должен закончиться
- **Программа**: введите название программы, содержащей кадр N
- **Повторы**: введите количество повторов, которые должны учитываться при поиске кадра, в случае, если кадр N находится в повторяющейся части программы
- Начало поиска кадра: нажмите внешнюю клавишу СТАРТ
- Подвод к контуру (см. следующий раздел)

Повторный подвод к контуру

С помощью функции ПОДВОД К ПОЗИЦИИ система ЧПУ перемещает инструмент к контуру заготовки в следующих случаях:

- Повторный подвод после перемещения осей станка во время прерывания, произошедшего без использования ВНУТРЕННЕГО СТОПА .
- Повторный подвод после поиска кадра, во время которого использовался ПОИСК КАДРА, например, после прерывания с использованием клавиши ВНУТРЕННИЙ СТОП



- Начало повторного подвода к контуру: нажмите клавишу Softkey ПОДВОД К ПОЗИЦИИ
- При необходимости восстановите состояние станка
- Переместите оси в последовательности, предлагаемой системой ЧПУ на дисплее: нажмите внешнюю клавишу СТАРТ или
- переместите оси в любой последовательности: нажмите клавиши Softkey ПОДВОД X, ПОДВОД Z и активируйте каждый ввод нажатием внешней клавиши СТАРТ
- Нажмите клавишу Softkey ЗАПУСТИТЬ ПРОГРАММУ
- Продолжение обработки: нажмите внешнюю клавишу СТАРТ

11.6 Автоматический запуск программы

Применение

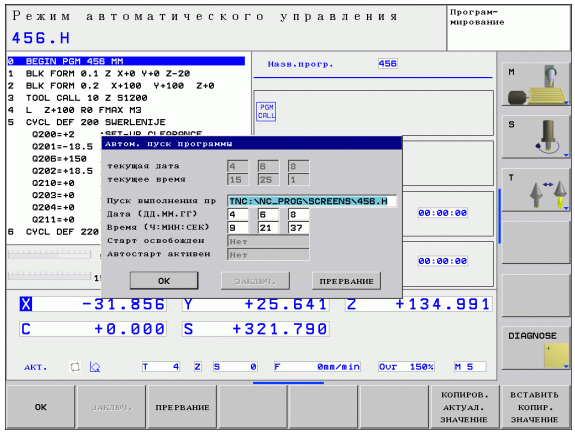
Система ЧПУ должна быть подготовлена фирмой-производителем станка к автоматическому запуску программы, следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Внимание: опасно для жизни!

Функцию "Автостарт" нельзя использовать на станках, в которых отсутствует закрытое рабочее пространство.

При помощи клавиши Softkey АВТОСТАРТ (см. рисунок справа вверху) можно в режиме отработки программы запустить в заданное время программу, активную в данном режиме работы:

- Активируйте окно определения времени запуска (см. рисунок справа в центре)
- **Время (ч:мин:сек):** время, когда должен произойти запуск программы
- **Дата (ДД.ММ.ГГГГ):** дата, когда должен произойти запуск программы
- Для активации запуска: нажмите клавишу Softkey OK



11.7 Пропуск кадров

Применение

Кадры, отмеченные во время программирования знаком “/”, можно пропустить при тестировании или выполнении программы:

▶ Не выполнять или не тестировать кадры программы со знаком “/”: переместить клавишу Softkey в положение ВКЛ

▶ Выполнять или тестировать кадры программы со знаком “/”: переместить клавишу Softkey в положение ВЫКЛ

Эта функция недействительна для TOOL DEF-кадров.

Последняя выбранная настройка сохраняется даже после перерыва в электроснабжении.

Вставка „/“-знака

▶ В режиме работы **Программирование** следует выбрать кадр, в который нужно будет вставить знак выделения

▶ Нажмите клавишу Softkey ВЫКЛ. КАДР

Удаление „/“-знака

▶ В режиме работы **Программирование** следует выбрать кадр, в котором нужно удалить знак выделения

▶ Нажмите клавишу Softkey ВЫЗВАТЬ КАДР

11.8 Приостановка выполнения программы по выбору оператора

Применение

Система ЧПУ прерывает либо выполнение программы, либо тест программы в кадрах с запрограммированной M01. Если M01 используется в режиме "Отработка программы", то система ЧПУ не отключает шпиндель и подачу СОЖ.

- Не прерывать выполнение программы или тест программы в кадрах с M01: переместите клавишу Softkey в положение ВЫКЛ

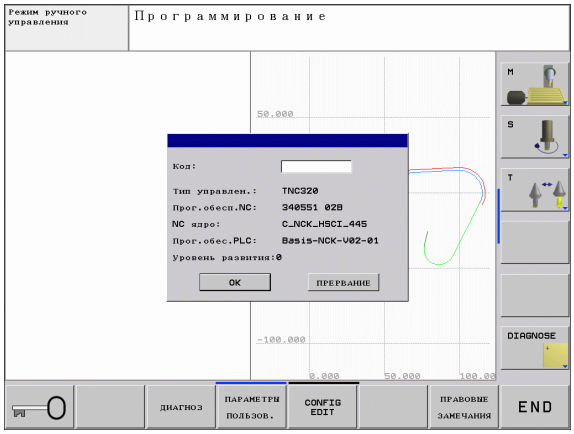
- Прерывать выполнение программы или теста программы в кадрах с M01: переместите клавишу Softkey в положение ВКЛ

12

MOD-функции

12.1 Выбор MOD-функции

Используя MOD-функции, можно выбирать дополнительные индикации и возможности ввода. Набор MOD-функций, которые можно использовать, зависит от выбранного режима работы.



Выбор MOD-функции

Выбор режима работы, в котором оператор хочет изменить MOD-функции.

MOD

▶ Выбор MOD-функции: нажмите клавишу MOD

Изменение настроек

▶ Выберите MOD-функцию в указанном меню при помощи клавиш со стрелками

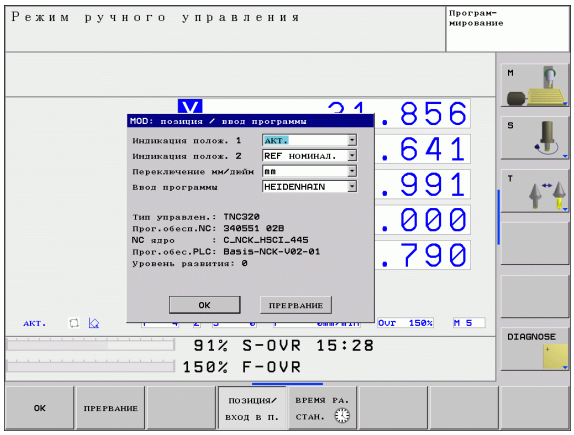
Настройки можно изменить одним из трех способов в зависимости от выбранной функции:

- Непосредственный ввод числовых значений
- Изменение настройки путем нажатия клавиши ENT
- Изменение настройки в окне выбора. Если есть несколько возможностей настройки, то можно нажатием клавиши GOTO активировать окно, в котором указываются все возможности настройки. Желаемая настройка выбирается напрямую нажатием клавиш со стрелкой, затем следует подтвердить выбор нажатием клавиши ENT. Если оператору не требуется изменять настройку, окно закрывается нажатием клавиши END.

Выход из MOD-функции

▶ Завершение работы с MOD-функцией: нажмите клавишу softkey КОНЕЦ или клавишу END

Обзор MOD-функций



В зависимости от выбранного режима работы можно внести следующие изменения:

Программирование:

- Индикация различных номеров ПО
- Ввод кода
- При необходимости ввод параметров пользователя, характерных для конкретного станка

Тест программы:

- Индикация различных номеров ПО
- Индикация активной таблицы инструментов в тесте программы
- Индикация активной таблицы нулевых точек в тесте программы

Все остальные режимы работы:

- Индикация различных номеров ПО
- Выбор индикации положения
- Определение единицы измерения (мм/дюймы)
- Определение языка программирования для MDI
- Определение осей для назначения фактической позиции
- Индикация рабочего времени

12.2 Номера ПО

Применение

Следующие номера ПО появляются на экране системы ЧПУ после выбора MOD-функции:

- **Тип управления**: описание управления (администратором является компания HEIDENHAIN)
- **NC-ПО**: номер NC-ПО (администратором является компания HEIDENHAIN)
- **NC-ПО**: номер NC-ПО (администратором является компания HEIDENHAIN)
- **Состояние разработки (FCL=Feature Content Level):** инсталлированное в систему управления состояние разработки (см. «Уровень версии (функции обновления)» на странице 6)
- **NC-ядро**: номер NC-ПО (администратором является компания HEIDENHAIN)
- **PLC ПО**: номер или название PLC ПО (устанавливается производителем станка)

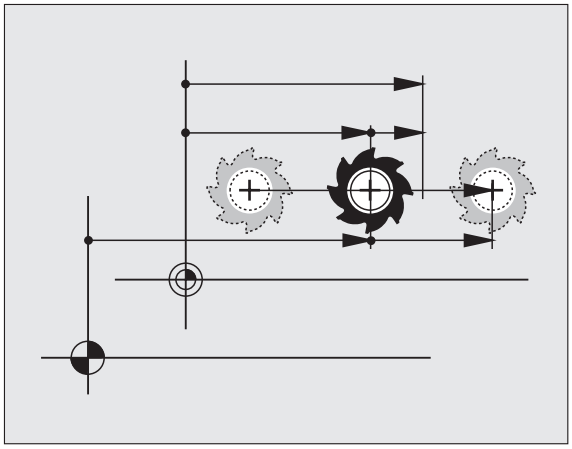
12.3 Выбор индикации положения

Применение

Для режимов работы "Ручное управление" и "Отработка программы" можно изменить на индикацию координат:

Иллюстрация справа отображает разные позиции инструмента

- Исходная позиция
- Целевая позиция инструмента
- Нулевая точка заготовки
- Нулевая точка станка



Для индикации положений можно выбирать следующие координаты:

Функция	Индикация
Заданная позиция; заданное системой ЧПУ текущее значение	SOLL
Фактическая позиция; позиция инструмента в данный момент	IST
Относительное положение; фактическая координата относительно нулевой точки станка	REFIST
Относительное положение; заданная координата относительно нулевой точки станка	REFSOLL
Ошибка рассогласования; разница между заданной и фактической позицией	SCHPF
Остаток пути до запрограммированной координаты: дистанция между фактической и целевой позицией	RESTW

При помощи MOD-функции **Индикация положения 1** следует выбрать индикацию положения в индикации состояния.

При помощи MOD-функции **Индикация положения 2** следует выбрать индикацию положения в индикации состояния.

12.4 Выбор системы измерения

Применение

С помощью этой MOD-функции устанавливается индикация координат системы ЧПУ в мм или в дюймах.

- Метрическая система мер: например, X = 15,789 (мм) смена MOD-функции мм/дюймы = мм. Индикация с 3 разрядами после запятой
- Дюймовая система: например, X = 0,6216 (дюйма) смена MOD-функции мм/дюйм = дюйм. Индикация с 4 разрядами после запятой

Если индикация в дюймах является активной, то система ЧПУ показывает подачу в дюйм/мин. В дюйм-программе следует ввести скорость подачи с коэффициентом на 10 единиц больше.

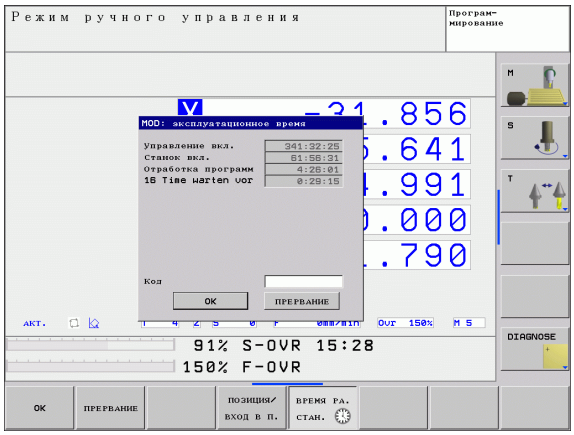
12.5 Индикация рабочего времени

Применение

Фирма-производитель станка может задать дополнительное отображаемое время **(от PLC 1 до PLC 8)**. Соблюдайте указания инструкции по обслуживанию станка!

Используя клавишу softkey ВРЕМЯ СТАНКА, можно выводить на экран разные виды рабочего времени:

Рабочее время	Значение
Управление включено	Рабочее время управления с момента ввода в эксплуатацию
Станок включен	Рабочее время станка с момента ввода в эксплуатацию
Выполнение программы	Рабочее время для управляемой работы с момента ввода в эксплуатацию



12.6 Ввод кодового числа

Применение

Системе ЧПУ для следующих функций необходим ввод кодового числа:

Функция	Кодовое число
Выбор параметров пользователя	123
Разрешение доступа к Ethernet-конфигурации	NET123
Разрешение специальных функций при программировании Q-параметров	555343

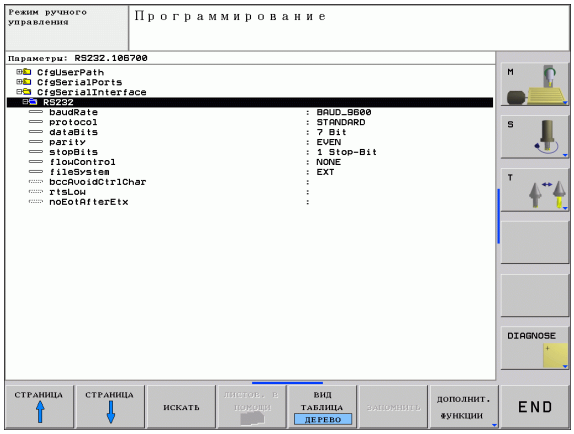
12.7 Настройка интерфейса передачи данных

Последовательный интерфейс в TNC 320

Управление TNC 320 автоматически использует протокол передачи LSV2 для последовательной передачи данных. LSV2-протокол фиксирован и не может быть изменен (кроме настройки скорости передачи в бодах (параметр станка **baudRateLsv2**)). Можно также задать другой вид передачи (интерфейс). Описанные ниже возможности настройки действительны только для соответствующего заново определенного интерфейса.

Применение

Для настройки интерфейсов передачи данных следует выбрать управление файлами (PGM MGT) и нажать клавишу MOD. Затем нажать повторно клавишу MOD и записать число кода 123. Система ЧПУ отобразит параметр пользователя **GfgSerialInterface**, в котором можно ввести следующие настройки:



Настройка RS-232-интерфейса

Открыть директорию RS232. Система ЧПУ отображает следующие возможности настройки:

Установка СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В БОДАХ (baudRate)

BAUD-RATE (скорость передачи данных в бодах) можно выбрать в диапазоне между 110 и 115.200 бод.

Настройка протокола (protocol)

Протокол передачи данных управляет потоком данных последовательной передачи (сопоставим с MP5030 устройства iTNC 530)

Протокол передачи данных	Возможности выбора
Стандартная передача данных	СТАНДАРТ
Пакетная передача данных (невозможна при передаче данных через RS-232-интерфейс)	ПАКЕТЫ
Передача данных без протокола	БЕЗ ПРОТОКОЛА

Настройка битов данных (dataBits)

В настройке dataBits определяется, передается ли символ с 7 или 8 битами данных.

Проверка четности (parity)

С помощью бита четности обнаруживаются ошибки передачи данных. Бит четности может формироваться тремя разными способами:

- Без образования четности (NONE): отказ от распознавания ошибок
- Совпадение при контроле на четность (EVEN): здесь появится ошибка, если получатель данных обнаружит во время анализа нечетное число установленных битов
- Совпадение при контроле на нечетность (ODD): здесь появится ошибка, если получатель данных обнаружит во время анализа четное число установленных битов

Настройка стоп-битов (stopBits)

С помощью старт-бита и одного или двух стоп-битов получателю предоставляется возможность синхронизации каждого передаваемого символа во время последовательной передачи данных.

Настройка Handshake (flowControl)

С помощью функции Handshake два устройства контролируют передачу данных. Различают Software-Handshake и Hardware-Handshake.

- Без контроля потока данных (NONE): Handshake не является активным
- Hardware-Handshake (RTS_CTS): остановка передачи через RTS активна
- Software-Handshake (XON_XOFF): остановка передачи через DC3 (XOFF) активна

Настройки для передачи данных с TNCserver ПО ПК

В параметрах пользователя (**serialInterfaceRS232 / определение кадров данных для последовательных портов / RS232**) имеются следующие настройки:

Параметры	Возможности выбора
Скорость передачи данных в бодах:	Должна совпадать с настройкой TNCserver
Протокол передачи данных	BLOCKWISE
Биты данных в каждом передаваемом символе	7 бит
Тип проверки четности	EVEN
Количество стоп-битов	1 стоп-бит
Определение вида Handshake:	RTS_CTS
Файловая система для работы с файлами	FE1

Выбор режима работы внешнего устройства (fileSystem)

☞ В режимах работы FE2 и FEX нельзя пользоваться функциями “считывание всех программ ”, “считывание предлагаемой программы” и “считывание директории”

Внешнее устройство	Режим работы	Символ
ПК с ПО HEIDENHAIN для передачи данных TNCremoNT	LSV2	
Гибкие дисковые устройства фирмы HEIDENHAIN	FE1	
Такие внешние устройства, как принтер, устройство считывания, перфоратор, ПК без TNCremoNT	FEX	

ПО для передачи данных

Для передачи файлов от ЧПУ и к ЧПУ следует использовать ПО фирмы HEIDENHAIN для передачи данных: TNCremo или TNCremoNT. С помощью TNCremoNT можно через последовательный интерфейс или через Ethernet-интерфейс управлять всеми системами ЧПУ фирмы HEIDENHAIN.

Текущую версию TNCremo NT можно бесплатно загрузить на сайте фирмы: HEIDENHAIN Filebase (www.heidenhain.de, <Service>, <Download-Bereich>, <TNCremo NT>).

Системные требования для TNCremoNT:

- ПК с процессором 486 или выше
- Операционная система Windows 95, Windows 98, Windows NT 4.0 Windows 2000
- 16 Мбайт рабочей памяти
- 5 Мбайт свободной памяти на жестком диске
- Свободный последовательный интерфейс или сопряжение с TCP/IP-сетью

Инсталляция под Windows

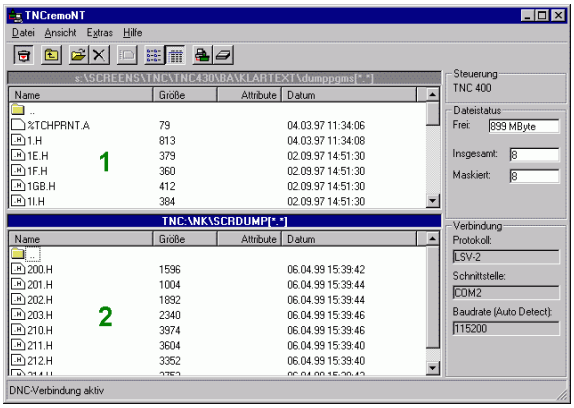
- Запуск программы инсталляции SETUP.EXE с администратором файлов (Explorer)
- Следуйте инструкциям Setup-программы (мастера установки программы)

Запуск TNCremoNT в Windows

- Щелкнуть на <Старт>, <Программы>, <Применения HEIDENHAIN>, <TNCremoNT>

Если запуск TNCremoNT осуществляется впервые, то TNCremoNT будет автоматически пытаться установить связь с системой ЧПУ.

Передача данных между TNC и TNCremoNT



☞ Перед передачей программы от системы ЧПУ в ПК следует убедиться в том, что выбранная в данный момент на ЧПУ программа действительно сохранена в памяти. Система ЧПУ автоматически сохраняет все изменения, если изменяется режим работы или если клавишей PGM MGT выбирается управление файлами.

Следует проверить, подключена ли система ЧПУ к соответствующему последовательному интерфейсу компьютера или к сети.

После запуска TNCremoNT в верхней части главного окна 1 видны все файлы, сохраняемые в активной директории. Через <Файл>, <Смена директории> можно выбирать произвольный диск или другую директорию на ПК.

Если нужно управлять передачей данных с ПК, то связь устанавливается на ПК следующим образом:

- Выбрать <Файл>, <Установление связи>. TNCremoNT принимает структуру файлов и директорий с ЧПУ и указывает их внизу в главном окне 2 .
- Чтобы передать файл от системы ЧПУ на ПК, следует выбрать файл в окне ЧПУ однократным щелчком мыши и перетащить его мышью (при нажатой клавише мыши) в окно ПК 1
- Чтобы передать файл от ПК в систему ЧПУ, следует выбрать файл в окне ПК однократным щелчком мыши и перетащить его мышью (при нажатой клавише мыши) в окно ЧПУ 2

Если нужно управлять передачей данных с ЧПУ, то связь устанавливается на ПК следующим образом:

- Выбрать <Extras>, <TNCserver>. Тогда TNCremoNT запускает сервер и находится в надлежащем состоянии, чтобы принимать от системы ЧПУ данные или посылать данные в ЧПУ
- Выберите в ЧПУ функции для управления файлами нажатием клавиши PGM MGT (смотри „Передача данных на внешний носитель данных/с внешнего носителя” на странице 89) и передайте желаемые файлы

Завершите TNCremoNT

Выберите пункты меню <Файл>, <Завершить>

☞ Также обратите внимание на контекстно-зависимую функцию помощи TNCremoNT, которая поясняет все функции. Вызов осуществляется с помощью клавиши F1.

12.8 Ethernet-интерфейс

Введение

Можно согласно стандарту оснастить систему ЧПУ картой Ethernet для того, чтобы интегрировать устройство управления в сеть в качестве клиента (Client). ЧПУ передает данные через карту Ethernet следующим образом:

- с помощью **smb**-протокола (**s**erver **m**essage **b**lock) для ОС Windows или
- с помощью **TCP/IP**-семейства протоколов (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) и с помощью NFS (Network File System)

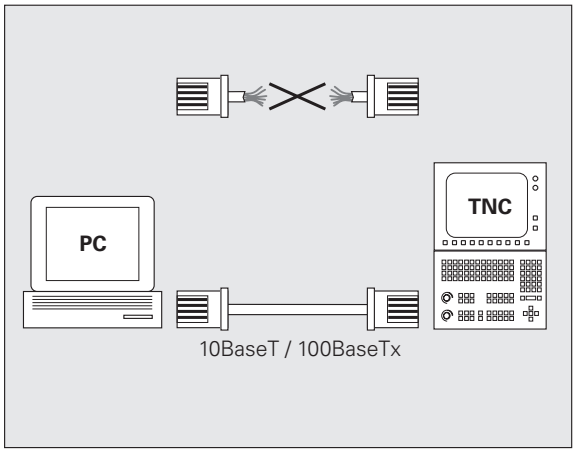
Возможности подключения

Вы можете подключить карту Ethernet ЧПУ через RJ45-соединение (X26,100BaseTX или 10BaseT) к вашей сети или непосредственно к ПК. Оба подключения гальванически отделены от электроники управления.

При использовании 100BaseTX или 10BaseT-соединения применяйте кабель Twisted Pair (скрученный парный кабель) для того, чтобы подключить систему ЧПУ к сети.

Максимальная длина кабеля между ЧПУ и узловой точкой зависит от класса качества кабеля, оболочки и вида сети (100BaseTX или 10BaseT).

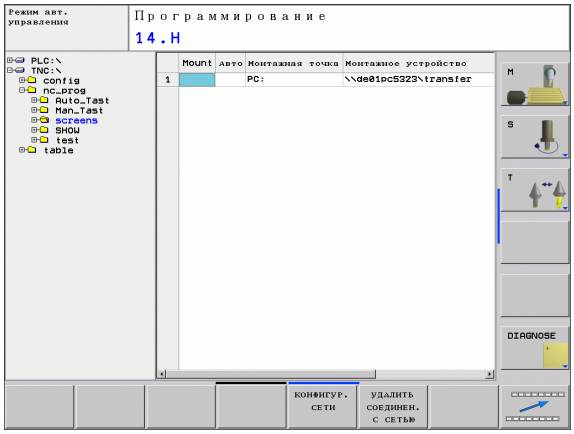
Систему ЧПУ также можно легко подключить непосредственно к ПК, оснащенному картой Ethernet. Для этого следует соединить ЧПУ (разъем X26) и ПК при помощи перекрестного Ethernet-кабеля (торговое обозначение: перекрестный патч-кабель или перекрестный STP-кабель)



Подключение системы управления к сети

Обзор функций сетевой конфигурации

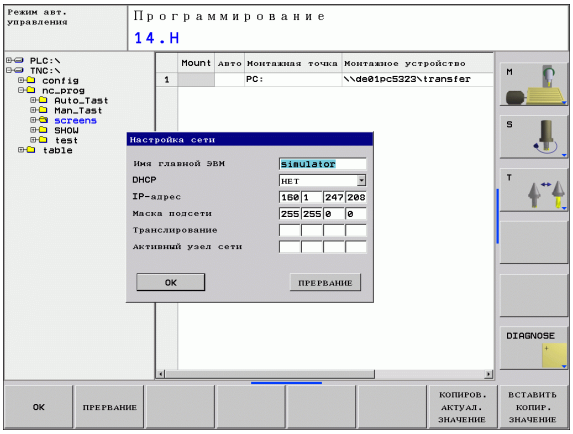
▶ Выбрать в управлении файлами (PGM MGT) клавишу Softkey **Сеть**



Функция	Softkey
Установление связи с выбранным сетевым дисководом. После установления связи под Mount появляется галочка (для подтверждения).	ПРИСОЕД. ДИСКОВОД
Прерывает соединение с сетевым дисководом.	РАЗЪЕД. ДИСКОВОД
Активирует или деактивирует функцию Automount (= автоматическое соединение с сетевым дисководом в момент запуска управления). Состояние функции указывается с помощью галочки под пунктом "Авто" в таблице сетевого дисковода.	АВТОМАТ. СОЕДИНИТЬ
Используя Ping-функцию, следует проверить, существует ли соединение с определенным клиентом сети. Ввод адреса осуществляется в виде четырех разделенных точкой десятичных чисел (Dotted-Dezimal-Notation).	PING
Система ЧПУ отображает окно обзора с данными об активных сетевых соединениях.	NETWORK INFO
Конфигурирует доступ к сетевым дисководам. (Выбирается только после ввода кода MOD NET123)	DEFINE NETWORK CONNECTN.
Открывает окно диалога для редактирования данных имеющегося соединения с сетью. (Выбирается только после ввода кода MOD NET123)	EDIT NETWORK CONNECTN.
Конфигурирует сетевой адрес управления. (Выбирается только после ввода кода MOD NET123)	CONFIGURE NETWORK
Удаляет существующее соединение с сетью. (Выбирается только после ввода кода MOD NET123)	DELETE NETWORK CONNECTN.

Конфигурирование сетевого адреса управления

- Соедините ЧПУ (разъем X26) с сетью или ПК
- Нажмите в меню управления файлами (PGM MGT) клавишу Softkey **Сеть**
- Нажмите клавишу MOD. Затем введите код **NET123**
- Нажмите клавишу Softkey **КОНФИГУРАЦИЯ СЕТИ** для ввода общих настроек сети (см. рис. справа в центре)
- Открывается окно диалога для конфигурации сети



Настройка	Значение
HOSTNAME	Под этим именем система управления соединяется с сетью. Если используется Hostname-сервер, то следует ввести Fully Qualified Hostname (полное имя хост-системы). Если имя не вводится, система ЧПУ использует так называемую НУЛЕВУЮ аутентификацию.
DHCP	DHCP = **D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol Задайте в выпадающем меню **ДА**, тогда система управление автоматически запросит свой сетевой адрес (IP-адрес), Subnet-маску, Default-Router (маршрутизатор по умолчанию) и, возможно, требуемый Broadcast-адрес у DHCP-сервера, расположенного в сети. DHCP-сервер идентифицирует систему управление на основании имени хост-системы (Hostname). Сеть вашей фирмы должна быть подготовлена к этой функции. Узнайте подробности у вашего администратора сети.
IP-ADRESS	Сетевой адрес управления: в каждом из четырех расположенных рядом друг с другом полей ввода можно записать три разряда IP-адреса. Нажимая клавишу ENT, можно перейти в следующее поле. Сетевой адрес управления присваивается администратором сети.
SUBNET-MASK	Служит для различения относящихся к сети идентификатора хост-системы и идентификатора сети: Subnet-маску системы управления присваивает сетевой администратор.
BROADCAST	Адрес транслирования сообщений управления требуется только в том случае, если он отличается от настройки по умолчанию. Настройка по умолчанию формируется из идентификатора сети и идентификатора хост-системы, при которых все биты установлены на 1

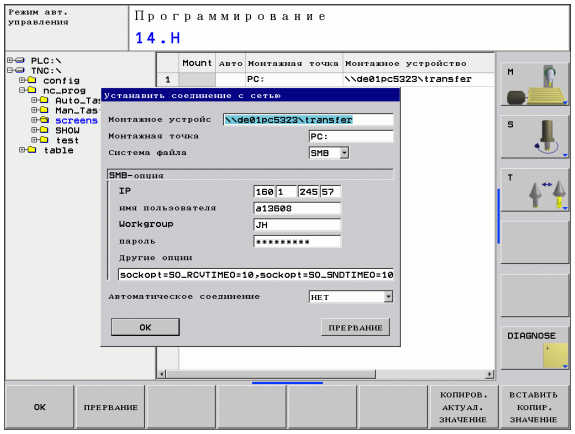
Настройка	Значение
ROUTER	Сетевой адрес маршрутизатора, установленного по умолчанию: данные указывается только в том случае, если сеть состоит из нескольких подсетей, соединенных с помощью маршрутизатора.

Введенная конфигурация сети становится активной лишь после запуска системы управления. После окончания процесса конфигурации сети нажимается экранная кнопка переключения или клавиша Softkey OK и после подтверждения осуществляется перезапуск сети.

Конфигурация доступа к сети для других устройств (mount)

Следует поручить конфигурацию системы ЧПУ сетевому администратору.

Параметры **username**, **workgroup** и **password** требуется указывать не во всех ОС Windows.



- Соедините ЧПУ (разъем X26) с сетью или ПК
- Нажмите в меню управления файлами (PGM MGT) клавишу Softkey **Сеть**
- Нажать клавишу MOD. Затем запишите код **NET123**
- Нажмите клавишу Softkey **СОЕДИНЕНИЕ С СЕТЬЮ ОПРЕДЕЛ.**
- Откроется окно диалога для конфигурации сети

Настройка	Значение
Mount-Device	■ Соединение через NFS: имя директории, которая должна быть подсоединена. Это имя образуется из сетевого адреса оборудования, двоеточия, наклонной черты и имени директории. Ввод сетевого адреса осуществляется в виде четырех разделенных точкой десятичных чисел (Dotted-Dezimal-Notation), например, 160.1.180.4:/PC. При вводе пути доступа обратите внимание на написание со заглавной/прописной буквы ■ Подсоединение отдельных компьютеров системы Windows через SMB: введите имя сети и слово для разблокировки компьютера, например, \\PC1791NT\PC
Mount-Point	Имя устройства: приведенное здесь имя устройства указывается в меню управления программой для подсоединенной сети, например, WORLD: (имя всегда должно оканчиваться двоеточием!)

Настройка	Значение
Файловая система	Тип файловой системы: ■ NFS: Network File System ■ SMB: сеть Windows
NFS-опция	**rsize**: размер пакета для приема данных в байтах **wsize**: размер пакета для передачи данных в байтах **time0**: время в десятых долях секунды, после которого система ЧПУ повторяет Remote Procedure Call (удаленный вызов процедуры), если не был получен ответ от сервера. **soft**: если введено **ДА**, операция Remote Procedure Call повторяется до получения ответа NFS-сервера. Если введено **НЕТ**, операция не повторяется
SMB-опция	Опции, относящиеся к SMB-типу файловой системы: опции не разделяются пробелом, а отделяются только запятой. Обратите внимание на написание с заглавной/строчной буквы. Опции: **ip**: IP-адрес ПК с Windows, к которому следует подключить систему управления **username**: имя пользователя, под которым должна регистрироваться система управления **workgroup**: рабочая группа, в которой должна регистрироваться система управления **password**: пароль, с которым должна регистрироваться система управления (максимум 80 знаков) другие SMB-опции: возможность ввода других опций для сети Windows
Автоматическое соединение	Автосоединение (ДА или НЕТ): здесь определяется, должно ли соединение с сетью устанавливаться автоматически при запуске системы управления. Оборудование, не подсоединяемое автоматически, можно в любой момент подсоединять в меню управления программой.

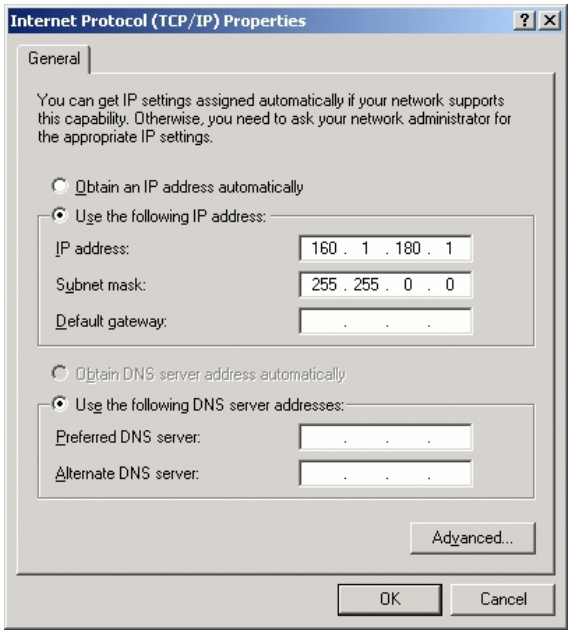
☞ Информация о протоколе не требуется при работе с TNC 320, в этом случае применяется протокол передачи данных согласно RFC 894.

Настройки ПК с Windows 2000

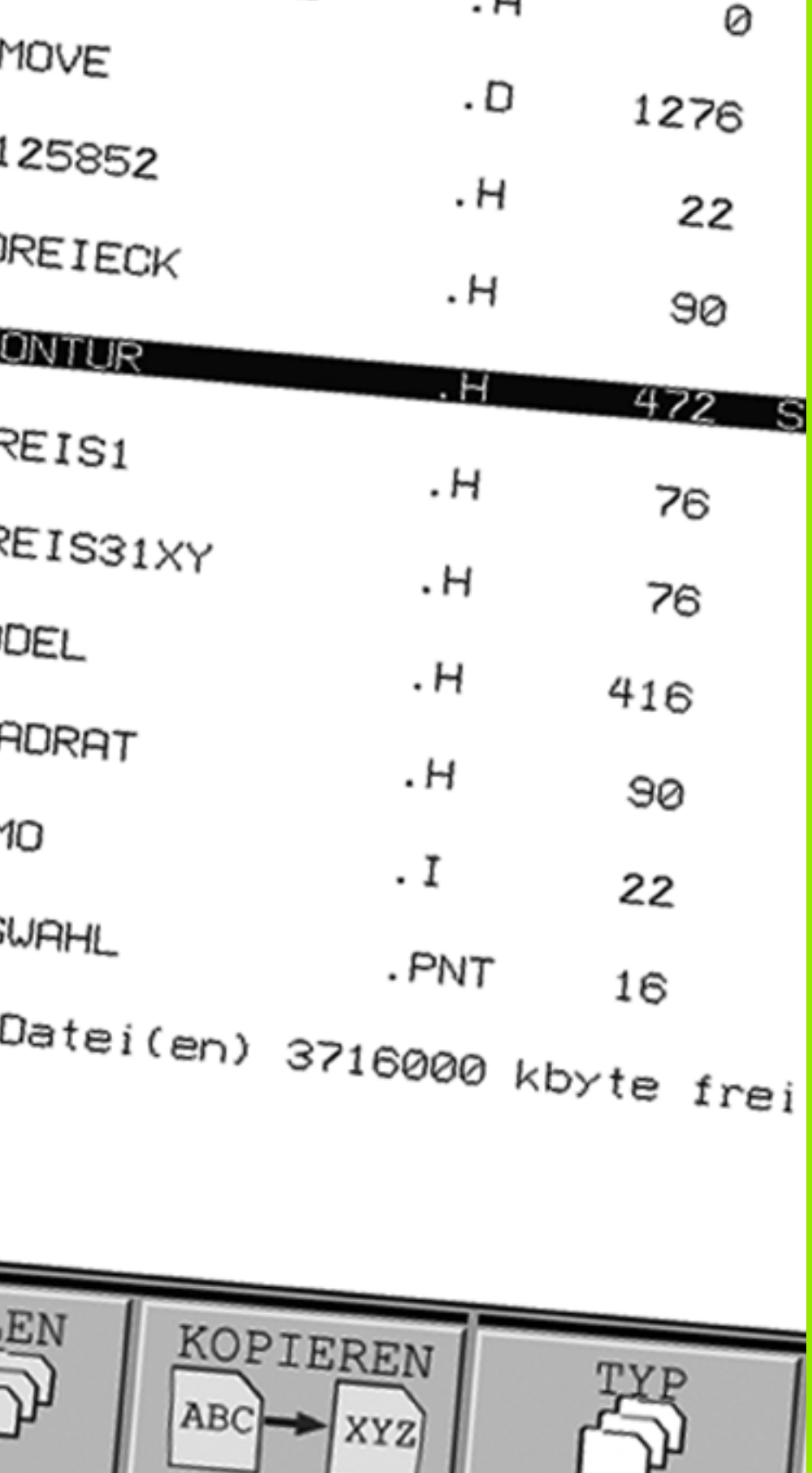
Условие:

сетевая карта должна быть установлена в ПК и находиться в рабочем состоянии.

Если ПК, к которому нужно подсоединить систему ЧПУ, уже подключен к сети фирмы, следует сохранить сетевой адрес ПК и настроить сетевой адрес ЧПУ в соответствии с ним.



- Выберите настройки сети через <Старт>, <Настройки>, <Сетевые соединения и соединения для передачи данных>
- Щелкните правой кнопкой мыши по символу <LAN-соединение>, а затем в указанном меню на параметре <Свойства>
- Выполните двойной щелчок на функции <Интернет-протокол (TCP/IP)> дли изменения IP-настроек (см. рисунок справа вверху)
- Если опция еще не активирована, следует выбрать опцию <Использовать следующий IP-адрес>
- Впишите в поле ввода <IP-адрес> тот же IP-адрес, который был определен в iTNC в индивидуальных настройках сети для данного ПК, например, 160.1.180.1
- Введите в поле ввода <Subnet Mask> 255.255.0.0
- Подтвердите ввод настроек нажатием <OK>
- Сохраните в памяти конфигурацию сети с помощью <OK>, при необходимости, перезапустите Windows



13

Таблицы и обзоры

13.1 Индивидуальные параметры пользователя станка

Применение

Чтобы обеспечить пользователю доступ к настройке индивидуальных функций станка, производитель станка может определить, какие параметры станка предлагаются пользователю в качестве параметров пользователя. Таким образом, фирма-производитель может также задать в системе ЧПУ дополнительные, не приведенные в описании ниже параметры станков.

Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Способ отображения имеющихся параметров можно изменить в редакторе конфигураций для параметров пользователя. Согласно стандартным настройкам параметры отображаются в виде кратких текстов-пояснений. Чтобы фактические системные имена параметров отобразились на дисплее, нажмите клавишу режима разделения дисплея, а затем перепрограммируемую клавишу ОТОБРАЗИТЬ СИСТЕМНЫЕ ИМЕНА. Действуйте так же, чтобы снова войти в стандартный режим отображения.

Ввод значений параметров осуществляется с помощью так называемого **редактора конфигурации**.

Каждый объект параметра имеет имя (например, **CfgDisplayLanguage**), которое указывает на функцию этого параметра. Для однозначности идентификации у каждого объекта имеется так называемый **Key (ключ)**.

Вызов редактора конфигурации

- Выбрать режим работы **Программирование**
- Нажмите клавишу **MOD**
- Введите кодовое число **123**
- При помощи клавиши Softkey **ENDE** можно выйти из редактора конфигурации

В начале каждой строки дерева параметров система ЧПУ отображает пиктограмму, содержащую дополнительную информацию о данной строке. Значение пиктограмм приведено далее:

- ветвь существует, но закрыта
- ветвь открыта
- пустой объект, не открываемый
- инициализированный параметр станка
- неинициализированный (опциональный) параметр станка
- читаемый, но не редактируемый
- нечитаемый и нередактируемый

Отображение пояснительного текста

При помощи клавиши **ПОМОЩЬ** может быть отображен пояснительный текст по каждому объекту или атрибуту параметра.

Если для пояснительного текста недостаточно одной страницы экрана (тогда вверху справа появляется символ, например, 1/2), можно с помощью клавиши Softkey **ЛИСТАТЬ ПОМОЩЬ** перейти на вторую страницу.

Повторное нажатие клавиши **ПОМОЩЬ** закрывает окно с пояснительным текстом.

Дополнительно к пояснительному тексту можно отобразить также другую информацию, например, единицу измерения, значение инициализации, выбор и т.п. Если выбранный параметр станка соответствует параметру в система ЧПУ, на экране появляется соответствующий номер параметра станка.

Настройки параметров

Настройки дисплея
- Настройки индикации на дисплее
  - Порядок отображаемых осей
    - от [0] до [5]
      - **Зависит от имеющихся осей**
    - Вид индикации положения в окне положений
      - **SOLL**
      - **IST**
      - **REFIST**
      - **REFSOLL**
      - **SCHPF**
      - **RESTW**
    - Вид индикации позиции в индикации состояния
      - **SOLL**
      - **IST**
      - **REFIST**
      - **REFSOLL**
      - **SCHPF**
      - **RESTW**
    - Определение десятичного разделительного знака индикации положения:
      - **.**
    - Индикация скорости подачи в ручном режиме работы
      - **at axis key: отображать скорость подачи только в том случае, если выполнено нажатие на оси направления оси**
      - **always minimum: всегда отображать скорость подачи**
    - Индикация положения шпинделя в индикации положений
      - **during closed loop: отображать положение шпинделя только в том случае, если положение шпинделя регулируется**
      - **during closed loop and M5: отображать положение шпинделя только в том случае, если положение шпинделя регулируется, и действует M5**
    - hidePresetTable
      - **True: клавиша Softkey "Таблица предустановок" не отображается**
      - **False: отобразить клавишу Softkey "Таблица предустановок"**

Настройки параметров

Настройки дисплея
Шаг индикации для отдельных осей
Список всех доступных осей
Шаг индикации для индикации положения в мм или градусах
0.1
0.05
0.01
0.005
0.001
0.0005
0.0001
0.00005
0.00001
Шаг индикации для индикации положения в дюймах
0.005
0.001
0.0005
0.0001
0.00005
0.00001

Настройки дисплея
Определение применяемой для индикации единицы измерения
metric: измерять в метрической системе
inch: измерять в дюймах

Настройки дисплея
Формат NC-программ и индикации циклов
Ввод программы в диалоге открытым текстом HEIDENHAIN или в формате DIN/ISO:
HEIDENHAIN: ввод программы в режиме работы "MDI" в диалоге открытым текстом
ISO: ввод программы в режиме работы "MDI" в DIN/ISO
Отображение циклов:
TNC_STD: отображать циклы с комментариями
TNC_PARAM: отображать циклы без комментариев

Настройки параметров

Настройки дисплея
- Настройка языка NC- и PLC-диалогов
  - Язык NC-диалога
    - **АНГЛИЙСКИЙ**
    - **НЕМЕЦКИЙ**
    - **ЧЕШСКИЙ**
    - **ФРАНЦУЗСКИЙ**
    - **ИТАЛЬЯНСКИЙ**
    - **ИСПАНСКИЙ**
    - **ПОРТУГАЛЬСКИЙ**
    - **ШВЕДСКИЙ**
    - **ДАТСКИЙ**
    - **ФИНСКИЙ**
    - **НИДЕРЛАНДСКИЙ**
    - **ПОЛЬСКИЙ**
    - **ВЕНГЕРСКИЙ**
    - **РУССКИЙ**
    - **КИТАЙСКИЙ**
    - **КИТАЙСКИЙ ТРАД.**
  - Язык PLC-диалога
    - **См. язык NC-диалога**
  - Язык PLC-сообщений об ошибках
    - **См. язык NC-диалога**
  - Язык пояснительной информации
    - **См. язык NC-диалога**

Настройки дисплея
- Поведение при запуске управления
  - Подтвердите сообщение "Перерыв в электроснабжении"
    - **TRUE: запуск управления продолжается только после подтверждения сообщения**
    - **FALSE: сообщение "Перерыв в электроснабжении" не появляется**
  - Отображение циклов:
    - **TNC_STD: отображать циклы с комментариями**
    - **TNC_PARAM: отображать циклы без комментариев**

Настройки параметров

Настройки щупа
- Конфигурация режима ощупывания
  - Ручное управление: учет разворота плоскости обработки
    - **TRUE: учитывать активный разворот плоскости обработки при ощупывании**
    - **FALSE: при ощупывании перемещаться параллельно оси**
  - Автоматический режим: многократное измерение при выполнении функций ощупывания
    - **От 1 до 3: количество ощупываний за одну операцию ощупывания**
  - Автоматический режим: доверительная область для многократного измерения
    - **от 0,002 до 0,999 [мм]: область, в которой должна находиться измеряемая величина при выполнении многократного измерения**
- CfgToolMeasurement
  - М-функция для ориентации шпинделя
    - **-1: ориентация шпинделя непосредственно через NC**
    - **0: функция является неактивной**
    - **от 1 до 999: номер М-функции для ориентации шпинделя**
  - Направление ощупывания для измерения радиуса инструмента
    - **X_Positive, Y_Positive, X_Negative, Y_Negative (зависит от оси инструмента)**
  - Расстояние от нижней кромки инструмента до верхней кромки элемента контакта
    - **от 0,001 до 99,9999 [мм]: смещение элемента контакта относительно инструмента**
  - Ускоренный ход в цикле ощупывания
    - **от 10 до 300 000 [мм/мин]: ускоренный ход в цикле ощупывания**
  - Подача ощупывания при измерении инструмента
    - **от 1 до 3 000 [мм/мин]: подача ощупывания при измерении инструмента**
  - Расчет подачи ощупывания
    - **ConstantTolerance: расчет подачи ощупывания с постоянным допуском**
    - **VariableTolerance: расчет подачи ощупывания с переменным допуском**
    - **ConstantFeed: постоянная подача ощупывания**
  - Макс. допуст. скорость вращения у режущей кромки инструмента
    - **от 1 до 129 [м/мин]: допустимая скорость вращения в области фрезерования**
  - Максимально допустимая частота вращения при измерении инструмента
    - **от 0 до 1 000 [1/мин]: максимально допустимая частота вращения**
  - Максимально допустимая ошибка измерения при измерении инструмента
    - **от 0,001 до 0,999 [мм]: первая максимально допустимая ошибка измерения**
  - Максимально допустимая ошибка измерения при измерении инструмента
    - **от 0,001 до 0,999 [мм]: вторая максимально допустимая ошибка измерения**
- CfgTTRoundStylus
  - Координаты центра элемента контакта
    - **[0]: X-координата центра элемента контакта относительно нулевой точки станка**
    - **[1]: Y-координата центра элемента контакта относительно нулевой точки станка**
    - **[2]: Z-координата центра элемента контакта относительно нулевой точки станка**
  - Безопасное расстояние над элементом контакта для предварительного позиционирования
    - **от 0,001 до 99 999,9999 [мм]: безопасное расстояние в направлении оси инструмента**
  - Безопасная зона вокруг элемента контакта для предварительного позиционирования
    - **от 0,001 до 99 999,9999 [мм]: безопасное расстояние в плоскости, перпендикулярной оси инструмента**

Настройки параметров

ChannelSettings
CH_NC
активная кинематика
кинематика, которую следует активировать
Список типов кинематики станка
Допуски геометрии
Допустимое отклонение от радиуса окружности
от 0,0001 до 0,016 [мм]: допустимое отклонение радиуса окружности в конечной точке окружности по сравнению с начальной точкой окружности
Конфигурация циклов обработки
Коэффициент перекрывания при фрезеровании карманов
от 0,001 до 1,414: коэффициент перекрывания для цикла 4 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ и цикла 5 КРУГЛЫЙ КАРМАН
Выдача сообщения об ошибке „Шпиндель?“, если M3/M4 неактивно:
on: выдавать сообщение об ошибке
off: не выдавать сообщение об ошибке
Показать сообщение об ошибке "ввести отрицательное значение глубины"
on: выдавать сообщение об ошибке
off: не выдавать сообщение об ошибке
Поведение при подводе к стенке канавки, находящейся на боковой поверхности цилиндра
LineNormal: подвод по прямой
CircleTangential: подвод круговым движением
M-функция для ориентации шпинделя
-1: ориентация шпинделя непосредственно через NC
0: функция является неактивной
от 1 до 999: номер M-функции для ориентации шпинделя
Фильтр геометрии для отфильтровывания линейных элементов
Тип стретч-фильтра
- Off: ни один фильтр не является активным
- ShortCut: выпустить отдельные точки на полигон
- Average: фильтр геометрии сглаживает углы
Максимальное расстояние между отфильтрованным и неотфильтрованным контурами
от 0 до 10 [мм]: отфильтрованные точки находятся внутри значений данного допуска по отношению к результирующему отрезку
Максимальная длина отрезка, возникающего после фильтрования
от 0 до 1000 [мм]: длина оказывает влияние через фильтр геометрии

Настройки параметров

Настройки для NC-редактора
- Создание резервной копии файлов
  - **TRUE: после редактирования NC-программ создать резервную копию файла**
  - **FALSE: после редактирования NC-программ не создавать резервную копию файла**
- Поведение курсора после удаления строк
  - **TRUE: при удалении строки курсор переносится на предыдущую строку (iTNC-поведение)**
  - **FALSE: при удалении строки курсор переносится на следующую строку**
- Поведение курсора в первой и последней строке
  - **TRUE: разрешены круговые курсоры в PGM-начале/конце**
  - **FALSE: не разрешены круговые курсоры в PGM-начале/конце**
- Разбивка строки при многострочных кадрах
  - **ALL: всегда отображать строки полностью**
  - **ACT: полностью отображать только строки активного кадра**
  - **NO: отображать строки полностью, только если кадр редактируется**
- Активация помощи
  - **TRUE: всегда показывать иллюстрации с пояснительной информацией во время ввода**
  - **FALSE: показывать иллюстрации с пояснительной информации только при включенной клавише HELP**
- Поведение панели Softkey после ввода цикла:
  - **TRUE: панель Softkey для работы с циклами остается активной после определения цикла**
  - **FALSE: панель Softkey для работы с циклами отключается после определения цикла**
- Подтверждающий запрос при удалении блока:
  - **TRUE: при удалении NC-кадра показать подтверждающий запрос**
  - **FALSE: при удалении NC-кадра не показывать подтверждающий запрос**
- Длина программы, в которой должна быть проверена геометрия
  - **от 100 до 9999: длина программы, в которой должна быть проверена геометрия**

Данные пути доступа для конечного пользователя
- Списки дисководов и/или директорий
  - **Содержащиеся в нем дисководы и директории ЧПУ отображает в меню управления файлами**

Время по Гринвичу (Greenwich time)
- Разница во времени по отношению к мировому времени (h)
  - **от -12 до 13: разница во времени относительно времени по Гринвичу**

13.2 Разводка контактов и кабели для интерфейсов передачи данных

Интерфейс V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-устройства

Интерфейс соответствует европейскому стандарту EN 50 178 «Безопасная развязка от сети».

При использовании 25-полюсного блока адаптера:

ЧПУ		VB 365 725-xx			Блок адаптера 310 085-01		VB 274 545-xx		
Вилка	Разводка контактов	Розетка	Цвет	Розетка	Вилка	Розетка	Вилка	Цвет	Розетка
1	не занимать	1		1	1	1	1	белый/ коричневый	1
2	RXD	2	желтый	3	3	3	3	желтый	2
3	TXD	3	зеленый	2	2	2	2	зеленый	3
4	DTR	4	коричневый	20	20	20	20	коричневый	8
5	Сигнал GND	5	красный	7	7	7	7	красный	7
6	DSR	6	синий	6	6	6	6		6
7	RTS	7	серый	4	4	4	4	серый	5
8	CTR	8	розовый	5	5	5	5	розовый	4
9	не занимать	9					8	фиолетовый	20
Корп.	Внешний экран	Корп.	Внешний экран	Корп.	Корп.	Корп.	Корп.	Внешний экран	Корп.

При использовании 9-полюсного блока адаптера:

ЧПУ		VB 355 484-xx			Блок адаптера 363 987-02		VB 366 964-xx		
Вилка	Разводка контактов	Розетка	Цвет	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	Цвет	Розетка
1	не занимать	1	красный	1	1	1	1	красный	1
2	RXD	2	желтый	2	2	2	2	желтый	3
3	TXD	3	белый	3	3	3	3	белый	2
4	DTR	4	коричневый	4	4	4	4	коричневый	6
5	Сигнал GND	5	черный	5	5	5	5	черный	5
6	DSR	6	фиолетовый	6	6	6	6	фиолетовый	4
7	RTS	7	серый	7	7	7	7	серый	8
8	CTR	8	белый/зеленый	8	8	8	8	белый/зеленый	7
9	не занимать	9	зеленый	9	9	9	9	зеленый	9
Корп.	Внешний экран	Корп.	Внешний экран	Корп.	Корп.	Корп.	Корп.	Внешний экран	Корп.

Устройства других производителей

Разводка контактов у оборудования других производителей может значительно отличаться от разводки контактов устройств фирмы HEIDENHAIN.

Разводка контактов зависит от устройства и вида передачи. Следует изучить информацию о разводке контактов блока адаптера в таблице ниже.

Блок адаптера 363 987-02		VB 366 964-xx		
Розетка	**Вилка**	**Розетка**	**Цвет**	**Розетка**
1	1	1	красный	1
2	2	2	желтый	3
3	3	3	белый	2
4	4	4	коричневый	6
5	5	5	черный	5
6	6	6	фиолетовый	4
7	7	7	серый	8
8	8	8	белый/ зеленый	7
9	9	9	зеленый	9
Корп.	Корп.	Корп.	Внешний экран	Корп.

Интерфейс Ethernet-сети RJ45-гнездо

Максимальная длина кабеля:

- неэкранированный: 100 м
- экранированный: 400 м

Пин	Сигнал	Описание
1	TX+	Передача данных
2	TX–	Передача данных
3	REC+	Получение данных
4	своб.	
5	своб.	
6	REC–	Получение данных
7	своб.	
8	своб.	

13.3 Техническая информация

Расшифровка символов

- ■ Стандарт
- □ Опция оси
- ◆ ПО-опция 1

Функции пользователя	
Краткое описание	■ Базовое исполнение: 3 оси плюс шпиндель □ 1. Дополнительная ось для 4 осей и неотрегулированного или отрегулированного шпинделя □ 2. Дополнительная ось для 5 осей и неотрегулированного шпинделя
Ввод программы	В диалоге открытым текстом HEIDENHAIN
Данные о позиции	■ Заданные координаты для прямых и окружностей в декартовой или полярной системе координат ■ Размерные данные абсолютные и инкрементальные ■ Индикация и ввод в мм или дюймах
Коррекция инструмента	■ Радиус инструмента на плоскости обработки и длина инструмента ■ Контур с поправкой на радиус предварительно рассчитывать до 99 кадров (M120)
Таблицы инструментов	Несколько таблиц инструментов с любым количеством инструментов
Постоянная скорость по траектории	■ Относительно траектории центра инструмента ■ Относительно режущей кромки инструмента
Параллельный режим работы	Составление программы с графической поддержкой, во время отработки другой программы
Элементы контура	■ Прямая ■ Фаска ■ Круговая траектория ■ Центр окружности ■ Радиус окружности ■ Круговая траектория, примыкающая по окружности ■ Скругление углов
Вход в контур и выход из него	■ По прямой: по касательной или перпендикулярно ■ По окружности
FK-программирование свободного контура	■ FK-программирование свободного контура в диалоге открытым текстом HEIDENHAIN с графической поддержкой для заготовок, которые были измерены не по NC-стандарту
Переходы в программе	■ Подпрограммы ■ Повтор части программы ■ Использование любой программы в качестве подпрограммы

Функции пользователя	
Циклы обработки	■ Циклы сверления, глубокого сверления, развертывания, расточки, зенкерования и нарезания внутренней резьбы с компенсатором и без него ■ Циклы для фрезерования внутренней и внешней резьбы ■ Черновая и чистовая обработка прямоугольного и круглого карманов ■ Циклы для строчного фрезерования ровных и наклонных поверхностей ■ Циклы для фрезерования прямых и закругленных канавок ■ Точечные рисунки на окружности и на линии ■ Карман контура параллельно к контуру ■ Протяжка контура ■ Дополнительно могут интегрироваться циклы фирмы-производителя – специальные, составленные фирмой-производителем станков циклы обработки
Преобразование координат	■ Смещение, поворот, зеркальное отображение ■ Масштабирование (характерный для оси) ◆ Разворот плоскости обработки (ПО-опция)
Q-параметры Программирование с переменными	■ Математические функции =, +, –, *, /, sin α , cos α, извлечение корня ■ Логические функции (=, =/ , <, >) ■ Расчет в скобках ■ tan α , arcus sin, arcus cos, arcus tan, a^n, e^n, ln, log, абсолютное значение числа, константа π, операция отрицания, отбрасывание разрядов до и после запятой ■ Функции расчета окружности ■ Параметры строки
Средства программирования	■ Калькулятор ■ Полный список всех появляющихся сообщений об ошибках ■ Контекстно-зависимая функция помощи при возникновении сообщений об ошибках ■ Графическая поддержка при программировании циклов ■ Кадры с комментариями в NC-программе
Захват текущей позиции	■ Фактические позиции назначаются непосредственно NC-программе
Графика при тестировании Виды изображения	■ Графическое моделирование выполнения обработки, даже во время отработки другой программы ■ Вид сверху / изображение в 3 плоскостях / трехмерное изображение ■ Увеличение фрагмента
Графика при программировании	■ В режиме работы „Программирование” графически отображаются NC-кадры (двумерная штриховая графика), даже если отрабатывается другая программа
Графика обработки Виды изображения	■ Графическое изображение отрабатываемой программы с видом сверху / изображением в 3 плоскостях / трехмерным изображением
Время обработки	■ Расчет времени обработки в режиме работы „Тест программы” ■ Индикация текущего времени обработки в режимах работывыполнения программы

Функции пользователя	
Повторный вход в контур	■ Поиск произвольного кадра в программе и подвод к рассчитанной заданной позиции для продолжения обработки ■ Прерывание программы, выход из контура и повторный вход
Таблицы нулевых точек	■ Несколько таблиц нулевых точек для сохранения нулевых точек относительно заготовки
Циклы измерительных щупов	■ Калибровка измерительного щупа ■ Компенсация наклонного положения заготовки вручную или автоматически ■ Назначение координат опорной точки вручную или автоматически ■ Автоматическое измерение заготовок ■ Циклы автоматического измерения инструмента

Технические характеристики	
Компоненты	■ Основной компьютер с пультом управления ЧПУ и интегрированным 15,1-дюймовым цветным плоским дисплеем TFT с перепрограммируемыми клавишами
Запоминающее устройство программы	■ 300 Мбайт (на карте памяти Compact Flash CFR)
Точность ввода и шаг индикации	■ до 0,1 мкм на линейных осях ■ до 0,000 1° на круговых осях
Диапазон ввода	■ Максимально 999 999 999 мм или 999 999 999°
Интерполяция	■ Линейная в 4 осях ■ Круговая в 2 осях ■ Круговая в 3 осях при наклоненной плоскости обработки (ПО-опция 1) ■ Спиральная: совмещение круговой траектории и прямой
Время обработки кадра трехмерная прямая без поправки на радиус	■ 6 мс (трехмерная прямая без поправки на радиус)
Регулирование осей	■ Точность регулирования положения: период сигнала датчика положения/1024 ■ Время цикла регулятора положения: 3 мс ■ Время цикла регулятора частоты вращения: 600 мкс
Путь перемещения	■ Максимально 100 м (3 937 дюймов)
Скорость вращения шпинделя	■ Максимум 100 000 об/мин (заданное аналоговое значение числа оборотов)
Компенсация ошибок	■ Линейные и нелинейные ошибки оси, отсоединения, реверсивные центры при круговых движениях, тепловое расширение ■ Трение покоя

Технические характеристики	
Интерфейсы передачи данных	■ по одной V.24 / RS-232-C макс. 115 кбод ■ Расширенный интерфейс передачи данных с LSV-2-протоколом для внешнего обслуживания системы ЧПУ через интерфейс передачи данных с применением ПО фирмы HEIDENHAIN TNCremo ■ Ethernet-интерфейс 100 Base T прибл. от 2 до 5 Мбод (в зависимости от типа файла и нагрузки на сеть) ■ 2 x USB 1.1
Температура окружающей среды	■ Эксплуатация: от 0°C до +45°C ■ Хранение: от -30°C до +70°C

Дополнительные устройства	
Электронные маховички	■ **HR 410** - переносной маховичок или ■ **HR 130** - встраиваемый маховичок или ■ до трех **HR 150** - встраиваемых маховичков при использовании адаптера HRA 110 для маховичков
Измерительные щупы	■ **TS 220**: трехмерный измерительный щуп с кабельным соединением или ■ **TS 440**: трехмерный измерительный щуп с инфракрасным приемопередатчиком ■ **TS 444**: трехмерный измерительный щуп с инфракрасным приемопередатчиком без батареи ■ **TS 640**: трехмерный измерительный щуп с инфракрасным приемопередатчиком ■ **TS 740**: высокоточный трехмерный измерительный щуп с инфракрасным приемопередатчиком ■ **TT 140**: трехмерный измерительный щуп для измерения инструмента

ПО-опция 1	
Обработка на круглом столе	◆Программирование контуров на развертке цилиндра ◆Скорость подачи в мм/мин
Преобразования координат	◆Разворот плоскости обработки
Интерполяция	◆Круговая в 3 осях при наклоненной плоскости обработки

Форматы ввода и единицы ЧПУ-функций	
Положения, координаты, радиусы окружностей, длина фасок	от -99 999.9999 до +99 999.9999 (5,4: разряды перед запятой, разряды после запятой) [мм]
Номера инструментов	от 0 до 32 767,9 (5,1)
Названия инструментов	16 знаков, при **TOOL CALL** записываются между “”. Разрешенные специальные знаки: #, $, %, &, -
Дельта-значения для поправок инструмента	от -99,9999 до +99,9999 (2.4) [мм]
Скорость вращения шпинделя	от 0 до 99 999,999 (5,3) [об/мин]
Скорости подачи	от 0 до 99 999,999 (5,3) [мм/мин] или [мм/зубец] или [мм/об]
Время выдержки в цикле 9	от 0 до 3 600,000 (4.3) [с]
Шаг резьбы в разных циклах	от -99,9999 до +99,9999 (2,4) [мм]
Угол для ориентации шпинделя	от 0 до 360,0000 (3,4) [°]
Угол для полярных координат, вращение, поворот плоскости	от -360,0000 до 360,0000 (3,4) [°]
Угол полярных координат для интерполяции винтовых линий (CP)	от -5 400,0000 до 5 400,0000 (4,4) [°]
Номера нулевых точек в цикле 7	от 0 до 2 999 (4,0)
Коэффициент масштабирования в циклах 11 и 26	от 0,000001 до 99,999999 (2,6)
Дополнительные функции M	от 0 до 999 (3,0)
Номера Q-параметров	от 0 до 1999 (4,0)
Значения Q-параметров	от -99 999,9999 до +99 999,9999 (5,4)
Нормальные векторы N и T при трехмерной коррекции	от -9,99999999 до +9,99999999 (1,8)
Метки (LBL) для переходов в программе	от 0 до 999 (3,0)
Метки (LBL) для переходов в программе	Произвольная строка текста между апострофами (“”)
Количество повторов частей программы REP	от 1 до 65 534 (5,0)
Номера ошибок при применении функции Q-параметров FN14	от 0 до 1 099 (4,0)

13.4 Замена буферной батареи

Если управление выключено, буферная батарея продолжает подачу тока к системе ЧПУ для того, чтобы не допустить потери данных в запоминающем устройстве RAM.

Если система ЧПУ выдает сообщение **Заменить буферную батарею**, следует заменить батарею:

Перед заменой буферной батареи необходимо выполнить защиту данных!

При замене буферной батареи выключите станок и ЧПУ!

Заменять буферную батарею разрешается только специально обученному персоналу!

Тип батареи: 1 литиевая батарея, тип CR 2450N (Renata)
ID 315 878-01

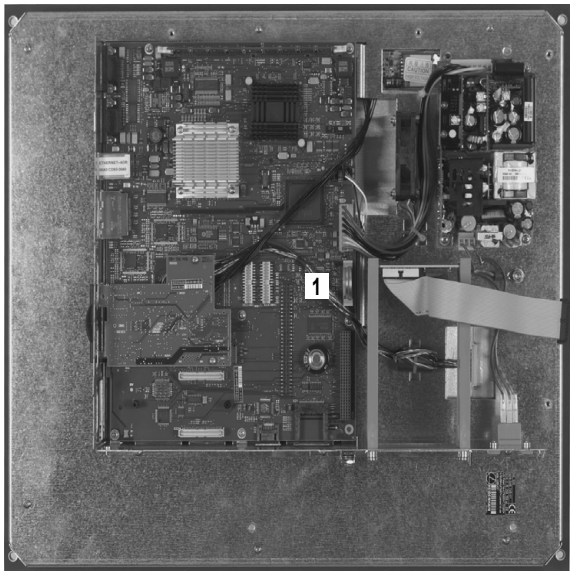
1 буферная батарея находится на главной плате MC 320

2 Следует ослабить пять винтов крышки корпуса MC 320

3 Снять крышку корпуса

4 Буферная батарея находится сбоку на плате

5 Заменить батарею: новая батарея может устанавливаться только в правильном положении



E
Ethernet - интерфейс
Подсключение и отключение дисководов сети ... 92
Ethernet-интерфейс
Введение ... 486
Возможности подключения ... 486

F
FCL ... 476
FCL-функция ... 6
FK-программирование ... 171
Возможности ввода
Ссылки ... 181
Вспомогательные точки ... 180
Данные окружности ... 178
Замкнутые контуры ... 179
Конечные точки ... 177
Направление и длина элементов контура ... 177
Основные положения ... 171
Открыть диалог ... 174
FK-программирование свободного контура
Графика ... 173
Круговые траектории ... 176
Линейные перемещения ... 175
FN14: ERROR: сообщение об ошибках ... 394
FN16: F-PRINT: выдача отформатированных текстов ... 398
FN18: SYSREAD: считывание данных системы ... 403
FN19: PLC: передача значений в PLC ... 411
FN20: WAIT FOR: синхронизировать NC и PLC ... 412
FN23: ДАННЫЕ ОКРУЖНОСТИ: расчет окружности по 3 точкам ... 389
FN24: ДАННЫЕ ОКРУЖНОСТИ: расчет окружности по 4 точкам ... 389

L
Look ahead ... 200

M
MOD-функция
выбрать ... 474
выход ... 474
Обзор ... 475
M-функции: см. дополнительные функции

N
NC-сообщения об ошибках ... 111

Q
Q-параметры
выдать отформатированными ... 398
контроль ... 392
Передача значений в PLC ... 411, 414
с заданными значениями ... 438

S
SL-циклы
Данные контура ... 302
Основные положения ... 296
Перекрывающие друг друга контуры ... 299
Предварительное сверление ... 303
Протяжка контура ... 308
Цикл "Контур" ... 299
Чистовая обработка ... 304
Чистовая обработка боковой поверхности ... 307
Чистовая обработка дна ... 306
SQL-инструкции ... 415

T
TNC 320 ... 30
TNCremo ... 484
TNCremoNT ... 484

U
USB-устройства подключить/отключить ... 93

А
Автоматический запуск программы ... 470
Автоматическое измерение инструмента ... 124

Б
Боковая поверхность цилиндра
Обработка канавки ... 313
Обработка контура ... 310, 311
Обработка цапфы ... 315

В
Введите скорость вращения шпинделя ... 131
Вид сверху ... 453
Винтовая линия ... 167
Включение ... 44
Вложенные подпрограммы ... 371
Вставка комментария ... 108
Вход в контур ... 142
при помощи полярных координат ... 144
выбор единицы измерения ... 95
Выдержка времени ... 359
Вызов программы
Использование любой программы в качестве подпрограммы ... 369
с помощью цикла ... 360
Выключение ... 46
Выход из контура ... 142
при помощи полярных координат ... 144

Г

Главные оси ... 73
Глубокое сверление ... 231
Точка старта, находящаяся в толще заготовки ... 233
Графика
при программировании ... 105
Увеличение фрагмента ... 106
Графика при программировании ... 173
Графики
виды ... 453
Увеличение фрагмента ... 456
Графическое моделирование ... 458
Группа отверстий
на линии ... 292
на окружности ... 290
Группы деталей ... 384
Группы отверстий
Обзор ... 289

Д

Данные инструмента
ввод в программу ... 121
ввод в таблицу ... 122
Дельта-значения ... 121
Данные инструментов
вызвать ... 131
индексировать ... 127
Движение по траектории
декартовы координаты
Круговая траектория с сопряжением участков контура ... 159
Круговая траектория с указанием радиуса ... 157
Круговая траектория с центром окружности СС ... 156
Обзор ... 151
Прямая ... 152
Полярные координаты
Круговая траектория с плавным примыканием ... 166
Круговая траектория с центорм СС ... 166
Обзор ... 164
Прямая ... 165
Программирование свободного контура FK: смотри FK-программирование

Д

Диалог открытым текстом ... 97
Диалоговое окно ... 97
Директория ... 80, 84
копировать ... 85
создать ... 84
удалить ... 86
Дисплей ... 31
Длина инструмента ... 120
Дополнительные оси ... 73
Дополнительные устройства ... 41
Дополнительные функции
ввод ... 190
для контроля выполнения программы ... 192
для траектории контура ... 196
для шпинделя и подачи СОЖ ... 192
круговых осей ... 206
Доступ к таблицам ... 415

Ж

Жесткий диск ... 77

З

Замена буферной батареи ... 509
Замена текста ... 104
Захват текущей координаты ... 98
Захват текущей позиции ... 152
Защита данных ... 79
Зеркальное отображение ... 346

И

Измерение инструмента ... 124
Изображение в 3 плоскостях ... 454
Имя программы: см. "Управление файлами", "Имя файла"
Индексированные инструменты ... 127
Индикация состояния ... 36
дополнительная ... 38
общие ... 36
Интерфейс передачи данных
настройка ... 481
Разводка контактов ... 502

К

Кадр
вставка, изменение ... 100
удалить ... 100
Калькулятор ... 109
Кодовые числа ... 480
Контроль измерительного щупа ... 204
Контроль рабочего пространства ... 459, 463
Координаты заготовки
абсолютные ... 75
инкрементальные ... 75
Копирование частей программы ... 102
Коррекция инструмента
длина ... 133
Радиус ... 134
Коррекция на радиус ... 134
Ввод ... 135
Внешние углы, внутренние углы ... 136
Коррекция скорости вращения шпинделя ... 51
Круглая канавка
маятниковым движением ... 283
Круглый карман
черновая обработка ... 274
чистовая обработка ... 276
Круговая траектория ... 156, 157, 159, 166

М

Масштабирование ... 349
Масштабирование оси ... 350

Н

Название инструмента ... 120
Нарезание внутренней резьбы
без компенсатора ... 238
Нарезание резьбы метчиком
без компенсатора ... 240
с компенсатором ... 236
Настройка скорости передачи данных в бодах ... 481, 482
Номер версии ... 480
Номер инструмента ... 120
Номер опции ... 476
Номер ПО ... 476

О
Оглавление программ ... 107
Окружность из отверстий ... 290
Определение времени обработки ... 458
определение заготовки ... 95
Определение точки привязки ... 76
Ориентация шпинделя ... 361
Основные положения ... 72
Ось вращения
перемещение по оптимизированному пути: M126 ... 207
Сокращение индикации: M94 ... 208
Отвод от контура ... 203
Отработка программы
выполнить ... 465
Обзор ... 464
Поиск кадра ... 468
прервать ... 465
продолжить после прерывания ... 467
Пропуск кадров ... 471

П
Параметры инструмента
Параметры пользователя
индивидуальные для станка ... 494
общие
для измерительных щупов ... 496
Параметры станка
для измерительных щупов ... 496
Параметры строки ... 430
Передача данных
TNC 320 ... 89
Переменные текста ... 430
Перемещение осей станка ... 47
по инкрементам ... 48
с помощью внешних клавиш направления ... 47
с помощью электронного маховичка ... 49
Пересечение референтных меток ... 44
ПО для передачи данных ... 484
Поворот ... 348
Повтор части программы ... 368
Повторный подвод к контуру ... 469

П
Подача ... 50
Возможности ввода ... 98
изменить ... 51
Подпрограмма ... 367
Позиционирование
при наклонной плоскости обработки ... 195
с ручным вводом данных ... 66
Поиск кадра ... 468
после сбоя в электроснабжении ... 468
Полный круг ... 156
Полярные координаты
Вход в контур и выход из него ... 144
Основные положения ... 74
программирование ... 164
Помощь при сообщениях об ошибках ... 111
Преобразование координат ... 339
Прерывание обработки ... 465
Привязка ... 52
без измерительного щупа ... 52
Присвоение фактической координаты ... 98
Программа
оглавление ... 107
редактирование ... 99
создать новую ... 95
-структура ... 94
Программирование Q-параметров ... 382, 430
If...to-решения ... 390
Дополнительные функции ... 393
Основные математические функции ... 385
Расчет окружности ... 389
Тригонометрические функции ... 387
Указания для программирования ... 383, 431, 432, 433, 434, 435, 437
Программирование движений инструмента ... 97
Программирование параметров: см. программирование Q-параметров
Протяжка контура ... 308
Прямая ... 152, 165

П
Прямоугольный карман
Черновая обработка ... 267
Чистовая обработка ... 269
Пульт управления ... 32
Путь доступа ... 80

Р
Рабочее время ... 479
Радиус инструмента ... 121
Развертывание ... 221
Разводка контактов для интерфейсов передачи данных ... 502
Разворот плоскости обработки ... 60, 351
в ручном режиме ... 60
Ведущая схема ... 355
Цикл ... 351
Разделение экрана дисплея ... 32
Разомкнутые углы контура: M98 ... 198
Расточка ... 223
Расточка обратным ходом ... 228
Расчет в скобках ... 426
Расчет окружности ... 389
Режимы работы ... 33
Резьбофрезерование ... 245
Резьбофрезерование и зенкерование ... 248
Резьбофрезерование, основные положения ... 243

С
Сведения о формате ... 508
Сверление ... 219, 226, 231
Точка старта, находящаяся в толще заготовки ... 233
Сверление и резьбофрезерование ... 252
Сверление и фрезерование ... 234
синхронизировать NC и PLC ... 412
синхронизировать PLC и NC ... 412
Система координат ... 73
Скорость передачи данных ... 481, 482
Скорость подачи
на круговых осях, M116 ... 206
Скругление углов ... 154
Смещение нулевой точки
в программе ... 341
с помощью таблиц нулевых точек ... 342

С
Совмещенное позиционирование при помощи маховичка: M118 ... 202
Соединение с сетью ... 92
Сообщения об ошибках ... 111
Помощь при ... 111
Состояние файла ... 82
Спиральная интерполяция ... 167
Спиральное сверление и резьбофрезерование ... 256
Стандартная поверхность ... 329

Т
Таблица инструментов
Возможности ввода ... 122
редактирование, выход ... 125
Функции редактирования ... 126
Таблица мест ... 128
Таблица предустановок ... 54
Тест программы
выполнить ... 463
Обзор ... 460
Технические данные ... 504
Точка старта, находящаяся в толще заготовки, при сверлении ... 233
трехмерное изображение ... 455
Тригонометрические функции ... 387
Тригонометрия ... 387

У
Универсальное сверление ... 226, 231
Управление программами: см. "Управление файлами"
Управление точками привязки ... 54
Управление файлами ... 80
Выбор файла ... 83
Выделение файлов ... 87
вызвать ... 82
Директории ... 80
копировать ... 85
создать ... 84
Защита файла ... 88
Имя файла ... 78
Копирование файла ... 85
Обзор функций ... 81
передача данных ... 89
Перезапись файлов ... 85, 91
Переименование файла ... 88
Тип файла ... 77
Удаление файла ... 86
Уровень версии ... 6
Ускоренная подача ... 118

Ф
Фаска ... 153
Фиксированные координаты станка: M91, M92 ... 193
Фрезерование внешней резьбы ... 260
Фрезерование канавок маятниковым движением ... 280
Фрезерование плоскостей ... 332
Фрезерование продольных пазов ... 280
Функции траектории
Основные положения ... 138
Окружности и дуги окружности ... 140
Предварительное позиционирование ... 140
Функция поиска ... 103

Ц
Центр окружности ... 155
Центровка ... 217
Цикл
вызов ... 213
определить ... 211
Циклы ощупывания
См. руководство пользователя "Циклы измерительных щупов"
Циклы сверления ... 215
Цилиндр ... 446

Ч
Чистовая обработка боковой поверхности ... 307
Чистовая обработка дна ... 306
Чистовая обработка цапфы: ... 278
Чистовая обработка: см. SL-циклы, протяжка
Чистовая обработки прямоугольной цапфы ... 272

Ш
Шар ... 448

Э
эллипс ... 444

Обзорная таблица: циклы

Номер цикла	Обозначение цикла	DEF-активный	CALL-активный	Стр.
4	Фрезерование карманов		■	Стр. 267
5	Круглый карман		■	Стр. 274
7	Смещение нулевой точки	■		Стр. 341
8	Зеркальное отображение	■		Стр. 346
9	Время выдержки	■		Стр. 359
10	Поворот	■		Стр. 348
11	Коэффициент масштабирования	■		Стр. 349
12	Вызов программы	■		Стр. 360
13	Ориентация шпинделя	■		Стр. 361
14	Определение контура	■		Стр. 299
19	Плоскость обработки	■		Стр. 351
20	Данные контура SL II	■		Стр. 302
21	Черновое сверление SL II		■	Стр. 303
22	Протягивание SL II		■	Стр. 304
23	Чистовая обработка на глубине SL II		■	Стр. 306
24	Чистовая обработка боковой поверхности SL II		■	Стр. 307
26	Коэффициент масштабирования для оси	■		Стр. 350
32	Допуск	■		Стр. 362
200	Сверление		■	Стр. 219
201	Развертывание		■	Стр. 221
202	Расточка		■	Стр. 223
203	Универсальное сверление		■	Стр. 226
204	Возвратное зенкерование		■	Стр. 228
205	Универсальное глубокое сверление		■	Стр. 231
206	Нарезание внутренней резьбы с компенсатором, заново		■	Стр. 236
207	Нарезание внутренней резьбы без компенсатора, заново		■	Стр. 238
208	Фрезерование резьбовых отверстий		■	Стр. 234

Номер цикла	Обозначение цикла	DEF-активный	CALL-активный	Стр.
209	Нарезание внутренней резьбы с ломкой стружки		■	Стр. 240
210	Канавка - маятниковым движением		■	Стр. 280
211	Круглая канавка		■	Стр. 283
212	Чистовая обработка прямоугольного кармана		■	Стр. 269
213	Чистовая обработка прямоугольной цапфы		■	Стр. 272
214	Чистовая обработка круглого кармана:		■	Стр. 276
215	Чистовая обработка круглой цапфы:		■	Стр. 278
220	Точечные рисунки на окружности	■		Стр. 290
221	Точечные рисунки на линии	■		Стр. 292
230	Строчное фрезерование		■	Стр. 327
231	Стандартная поверхность		■	Стр. 329
232	Плоское фрезерование		■	Стр. 332
240	Центровка		■	Стр. 217
247	Назначение точки привязки		■	Стр. 345
262	Фрезерование резьбы		■	Стр. 245
263	Фрезерование резьбы с зенкерованием		■	Стр. 248
264	Фрезерование резьбы в резьбовых отверстиях		■	Стр. 252
265	Спиральное фрезерование резьбы в резьбовых отверстиях		■	Стр. 256
267	Фрезерование внешней резьбы		■	Стр. 260

Обзорная таблица: дополнительные функции

M	Действие	Действие в	начале кадра	конце кадра	Стр.
M00	ОСТАНОВКА выполнения программы/ОСТАНОВКА шпинделя/Подача СОЖ ВЫКЛ			■	Стр. 192
M01	Выполнение программы ОСТАНОВКА по выбору оператора			■	Стр. 472
M02	ОСТАНОВКА выполнения программы/ОСТАНОВКА шпинделя/Подача СОЖ ВЫКЛ/при необходимости снятие индикации состояния (зависит от параметров станка)/Возврат к кадру 1			■	Стр. 192
M03	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке		■		Стр. 192
M04	Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки		■		
M05	ОСТАНОВКА шпинделя			■	
M06	Смена инструмента/ОСТАНОВКА выполнения программы (функция зависит от станка)/ОСТАНОВКА шпинделя			■	Стр. 192
M08	Подача СОЖ ВКЛ		■		Стр. 192
M09	Подача СОЖ ВЫКЛ			■	
M13	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке/Подача СОЖ ВКЛ		■		Стр. 192
M14	Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки/Подача СОЖ вкл		■		
M30	Функция идентична M02			■	Стр. 192
M89	Свободно программируемая дополнительная функция **или** вызов цикла, модальное действие (функция зависит от станка)		■	■	Стр. 213
M91	В кадре позиционирования: координаты относятся к нулевой точке станка		■		Стр. 193
M92	В кадре позиционирования: координаты относятся к позиции, заданной производителем станка, например, к позиции смены инструмента		■		Стр. 193
M94	Сокращение индикации оси вращения до значения не более 360°		■		Стр. 208
M97	Обработка небольших уступов контура			■	Стр. 196
M98	Полная обработка разомкнутых контуров			■	Стр. 198
M99	Режим покадрового вызова цикла			■	Стр. 213
M109	Постоянная скорость движения по траектории для режущей кромки инструмента (увеличение и уменьшение скорости подачи)		■		Стр. 199
M110	Постоянная скорость движения по траектории для режущей кромки инструмента (только уменьшение скорости подачи)		■		
M111	Сброс M109/M110			■	
M116	Скорость подачи для круглых столов в мм/мин		■		Стр. 206
M117	Сброс M116			■	
M118	Совмещение позиционирования маховичком во время отработки программы		■		Стр. 202

M	Действие	Действие в	начале кадра	конце кадра	Стр.
M120	Предрасчет контура с поправкой на радиус (LOOKAHEAD)		■		Стр. 200
M126 M127	Перемещение осей вращения по оптимальному пути Сброс M126		■	 ■	Стр. 207
M130	В кадре позиционирования: точки относятся к ненаклоненной системе координат		■		Стр. 195
M140	Отвод от контура в направлении оси инструмента		■		Стр. 203
M141	Подавление контроля измерительного щупа		■		Стр. 204
M143	Отмена разворота плоскости обработки		■		Стр. 204
M148 M149	При NC-остановке автоматически отвести инструмент от контура Сброс M148		■	 ■	Стр. 205

Производитель станка может активировать дополнительные функции, не описанные в данной инструкции. Кроме того, производитель станка оставляет за собой право на изменение значения и принципа действия приведенных дополнительных функций. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Сравнение: функции TNC 320, TNC 310 и iTNC 530

Сравнение: пользовательские функции

Функция	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
Ввод программы открытым текстом Heidenhain	X	X	X
Ввод программы согласно DIN/ISO	X	–	X
Ввод программы с помощью smarT.NC	–	–	X
Координаты позиции заданная позиция для прямых и окружности в декартовой системе координат	X	X	X
Координаты позиции размерные данные, абсолютные или инкрементальные	X	X	X
Координаты позиции индикация и ввод в мм или дюймах	X	X	X
Координаты позиции индикация пути маховичка при совмещении работы маховичка	–	–	X
Коррекция инструмента на плоскости обработки и поправка на длину инструмента	X	X	X
Коррекция инструмента контур с поправкой на радиус предварительно рассчитывать до 99 кадров	X	–	X
Коррекция инструмента трехмерная поправка на радиус инструмента	–	–	X
Таблица инструментов сохранение данных инструмента в центральном запоминающем устройстве	X	X	X
Таблица инструментов несколько таблиц инструментов с произвольным количеством инструментов	X	–	X
Таблицы данных резания расчет скорости вращения шпинделя и скорости подачи	–	–	X
Постоянная скорость движения по траектории относительно центра траектории инструмента или режущей кромки инструмента	X	–	X
Параллельный режим работы составление программы во время выполнения другой программы	X	X	X
Наклон плоскости обработки (цикл 19)	X	–	X
Наклон плоскости обработки (PLANE-функция)	–	–	X
Обработка на круглом столе программирование контуров на развернутой боковой поверхности цилиндра	X	–	X
Обработка на круглом столе скорость подачи в мм/мин	X	–	X
Вход в контур и выход из него по прямой или окружности	X	X	X

Функция	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
FK-программирование свободного контура, программирование заготовок, размеры которых проставлены не по NC-стандарту	X	–	X
Переходы в программе подпрограммы и повторы части программы	X	X	X
Переходы в программе любая программа в качестве подпрограммы	X	X	X
Графика при тестировании вид сверху, изображение в 3 плоскостях, трехмерное изображение	X	X	X
Графика при программировании двумерная штриховая графика	X	X	X
Графика при обработке вид сверху, изображение в 3 плоскостях, трехмерное изображение	X	–	X
Таблицы нулевых точек сохранение нулевых точек заготовки	X	X	X
Таблица предустановок сохранение в памяти точек привязки	X	–	X
Повторный подвод к контуру с поиском кадра	X	X	X
Повторный подвод к контуру после прерывания программы	X	X	X
Автостарт	X	–	X
Захват текущей позиции присвоение фактических позиций в NC-программе	X	X	X
Расширенное управление файлами составление нескольких директорий и поддиректорий	X	–	X
Контекстно-зависимая помощь функция помощи при сообщениях об ошибках	X	–	X
Калькулятор	X	–	X
Ввод текста и специальных знаков в TNC 320 с клавиатуры на дисплее, в iTNC 530 - с алфавитной клавиатуры	X	–	X
Кадры комментариев в NC-программе	X	–	X
Кадры группировки в NC-программе	X	–	X

Сравнение: циклы

Цикл	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
1, Глубокое сверление	X	X	X
2, Нарезание внутренней резьбы	X	X	X
3, Фрезерование канавок	X	X	X
4, Фрезерование карманов	X	X	X
5, Круглый карман	X	X	X
6, Чистовая обработка (SL I)	–	X	X
7, Смещение нулевой точки	X	X	X
8, Зеркальное отображение	X	X	X
9, Выдержка времени	X	X	X
10, Поворот	X	X	X
11, Коэффициент масштабирования	X	X	X
12, Вызов программы	X	X	X
13, Ориентация шпинделя	X	X	X
14, Определение контура	X	X	X
15, Черновое сверление (SLI)	–	X	X
16, Фрезерование контура (SLI)	–	X	X
17, Нарезание внутренней резьбы GS	X	X	X
18, Нарезание внешней резьбы	X	–	X
19, Плоскость обработки (опция для TNC 320)	X	–	X
20, Данные контура	X	–	X
21, Черновое сверление	X	–	X
22, Чистовая обработка	X	–	X
23, Чистовая обработка на глубине	X	–	X
24, Чистовая обработка боковой поверхности	X	–	X
25, Протяжка контура	X	–	X
26, Коэффициент масштабирования оси	X	–	X
27, Протяжка контура	X	–	X
28, Боковая поверхность цилиндра	X	–	X

Цикл	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
29, Боковая поверхность цилиндра, ребро	X	–	X
30, Обработка трехмерных данных	–	–	X
32, Допуск	X	–	X
39, Боковая поверхность цилиндра, внешний контур	–	–	X
200, Сверление	X	X	X
201, Развертывание	X	X	X
202, Расточка	X	X	X
203, Универсальное сверление	X	X	X
204, Возвратное зенкерование	X	X	X
205, Универсальное глубокое сверление	X	–	X
206, Нарезание внутренней резьбы с компенсатором, заново	X	–	X
207, Нарезание внутренней резьбы без компенсатора, заново	X	–	X
208, Фрезерование резьбовых отверстий	X	–	X
209, Нарезание внутренней резьбы, ломка стружки	X	–	X
210, Канавка - маятниковым движением	X	X	X
211, Круглая канавка	X	X	X
212, Чистовая обработка прямоугольного кармана	X	X	X
213, Чистовая обработка прямоугольной цапфы	X	X	X
214, Чистовая обработка круглого кармана	X	X	X
215, Чистовая обработка круглой цапфы	X	X	X
220, Точечные рисунки на окружности	X	X	X
221, Точечные рисунки на линиях	X	X	X
230, Строчное фрезерование	X	X	X
231, Стандартная поверхность	X	X	X
232, Плоское фрезерование	X	–	X
240, Центровка	X	–	X
247, Назначение точки привязки	X	–	X
251, Прямоугольный карман полностью	–	–	X
252, Круглый карман полностью	–	–	X

Цикл	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
253, Канавка полностью	–	–	X
254, Круглая канавка полностью	–	–	X
262, Фрезерование резьбы	X	–	X
263, Фрезерование резьбы с зенкерованием	X	–	X
264, Фрезерование резьбы в резьбовых отверстиях	X	–	X
265, Спиральное фрезерование резьбы в резьбовых отверстиях	X	–	X
267, Фрезерование внешней резьбы	X	–	X

Сравнение: дополнительные функции

M	Действие	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
M00	ОСТАНОВКА выполнения программы/ОСТАНОВКА шпинделя/ Подача СОЖ ВЫКЛ	X	X	X
M01	Выполнение программы ОСТАНОВКА по выбору оператора	X	X	X
M02	ОСТАНОВКА выполнения программы/ОСТАНОВКА шпинделя/ Подача СОЖ ВЫКЛ/при необходимости снятие индикации состояния (зависит от параметров станка)/Возврат к кадру 1	X	X	X
M03 M04 M05	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки ОСТАНОВКА шпинделя	X	X	X
M06	Смена инструмента/ОСТАНОВКА выполнения программы (функция зависит от станка)/ОСТАНОВКА шпинделя	X	X	X
M08 M09	Подача СОЖ ВКЛ Подача СОЖ ВЫКЛ	X	X	X
M13 M14	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке/Подача СОЖ ВКЛ Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки/Подача СОЖ вкл	X	X	X
M30	Функция идентична M02	X	X	X
M89	Свободно программируемая дополнительная функция **или** вызов цикла (функция зависит от станка)	X	X	X
M90	Постоянная скорость движения по траектории на углах	–	X	X
M91	В кадре позиционирования: координаты относятся к нулевой точке станка	X	X	X
M92	В кадре позиционирования: координаты относятся к позиции, заданной производителем станка, например, к позиции смены инструмента	X	X	X
M94	Сокращение индикации оси вращения до значения не более 360°	X	X	X
M97	Обработка небольших уступов контура	X	X	X
M98	Полная обработка разомкнутых контуров	X	X	X
M99	Режим покадрового вызова цикла	X	X	X
M107 M108	Подавление сообщения об ошибке при наличии у запасных инструментов припуска M107 сброс	X	–	X
M109 M110 M111	Постоянная скорость движения по траектории для режущей кромки инструмента (увеличение и уменьшение скорости подачи) Постоянная скорость движения по траектории для режущей кромки инструмента (только уменьшение скорости подачи) Сброс M109/M110	X	–	X

M	Действие	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
M112 M113	Вставка переходных элементов контура между произвольными переходными элементами контура Сброс M112	–	–	X
M114 M115	Автоматическая коррекция геометрии станка при работе с осями поворота Сброс M114	–	–	X
M116 M117	Скорость подачи для круглых столов в мм/мин Сброс M116	X	–	–
M118	Совмещение позиционирования маховичком во время отработки программы	X	–	X
M120	Предрасчет контура с поправкой на радиус (LOOK AHEAD)	X	–	X
M124	Фильтр контура	–	–	X
M126 M127	Перемещение осей вращения по оптимальному пути Сброс M126	X	–	X
M128 M129	Сохранить позицию вершины инструмента при позиционировании осей поворота (TCPM) Сброс M126	–	–	X
M130	В кадре позиционирования: точки относятся к ненаклоненной системе координат	X	–	X
M134 M135	Точный останов на нетангенциальных переходах при позиционировании с осями круга Сброс M134	–	–	X
M138	Выбор осей поворота	–	–	X
M140	Отвод от контура в направлении оси инструмента	X	–	X
M141	Подавление контроля измерительного щупа	X	–	X
M142	Удаление модальной информации программы	–	–	X
M143	Отмена разворота плоскости обработки	X	–	X
M144 M145	Учет кинематики станка на ФАКТИЧЕСКИХ/ЗАДАННЫХ позициях в конце кадра Сброс M144	–	–	X
M148 M149	При NC-остановке автоматически отвести инструмент от контура Сброс M148	X	–	X
M150	Подавление сообщения конечного выключателя	–	–	X
M200- M204	Функции лазерной резки	–	–	X

Сравнение: циклы измерительных щупов в ручном режиме и врежиме эл. маховичка

Цикл	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
Калибровка рабочей длины	X	X	X
Калибровка рабочего радиуса	X	X	X
Определение разворота плоскости обработки по прямой	X	X	X
Назначение координат точки привязки на выбираемой оси	X	X	X
Назначение угла в качестве точки привязки	X	X	X
Назначение средней оси в качестве точки привязки	–	–	X
Назначение центра окружности в качестве точки привязки	X	X	X
Определение разворота плоскости обработки по двум отверстиям/ круглым цапфам	–	–	X
Назначение точки привязки по четырем отверстиям/круглым цапфам	–	–	X
Назначение центра окружности по трем отверстиям/круглым цапфам	–	–	X

Сравнение: циклы измерительных щупов для автоматического контроля заготовки

Цикл	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
0, Опорная плоскость	X	–	X
1, Опорная полярная плоскость	X	–	X
2, TS калибровка	–	–	X
3, Измерение	X	–	X
9, TS калибровка, длина	X	–	X
30, TT калибровка	–	–	X
31, Измерение длины инструмента	X	–	X
32, Измерение радиуса инструмента	X	–	X
33, Измерение длины и радиуса инструмента	X	–	X
400, Разворот плоскости обработки	X	–	X
401, Разворот плоскости обработки по двум отверстиям	X	–	X
402, Разворот плоскости обработки по двум цапфам	X	–	X
403, Компенсация разворота плоскости обработки через ось вращения	X	–	X
404, Установка разворота плоскости обработки	X	–	X
405, Компенсация наклонного положения заготовки через C-ось	X	–	X
408, Точка привязки к центру канавки	X	–	X
409, Точка привязки к центру цапфы	X	–	X
410, Точка привязки к прямоугольному карману	X	–	X
411, Точка привязки к прямоугольной цапфе	X	–	X
412, Точка привязки к круглому карману	X	–	X
413, Точка привязки к круглой цапфе	X	–	X
414, Точка привязки к внешнему углу	X	–	X
415, Точка привязки ко внутреннему углу	X	–	X
416, Точка привязки к центру окружности из отверстий	X	–	X
417, Точка привязки к оси измерительного щупа	X	–	X
418, Точка привязки к центру 4 отверстий	X	–	X
419, Точка привязки к произвольной оси	X	–	X

Цикл	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
420, Измерение угла	X	–	X
421, Измерение отверстия	X	–	X
422, Измерение круглой цапфы	X	–	X
424, Пзмерение прямоугольного кармана	X	–	X
424, Измерение прямоугольной цапфы	X	–	X
425, Измерение ширины канавки	X	–	X
426, Измерение ширины ребра	X	–	X
427, Расточка	X	–	X
430, Измерение окружности из отверстий	X	–	X
431, Измерение плоскости	X	–	X
450, Сохранение кинематики	–	–	X
451, Измерение кинематики	–	–	X
480, TT калибровка	X	–	X
481, Измерение/проверка длины инструмента	X	–	X
482, Измерение/проверка радиуса инструмента	X	–	X
483, Измерение/проверка длины и радиуса инструмента	X	–	X

Обзор функций DIN/ISO TNC 320

M-функции

M00	ОСТАНОВКА выполнения программы/ОСТАНОВКА шпинделя/Подача СОЖ ВЫКЛ
M01	Выполнение программы ОСТАНОВКА по выбору оператора
M02	ОСТАНОВКА выполнения программы/ОСТАНОВКА шпинделя/Подача СОЖ ВЫКЛ/при необходимости снятие индикации состояния (зависит от параметров станка)/Возврат к кадру 1
M03	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке
M04	Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки
M05	ОСТАНОВКА шпинделя
M06	Смена инструмента/ОСТАНОВКА выполнения программы (зависит от параметров станка)/ОСТАНОВКА шпинделя
M08	Подача СОЖ ВКЛ
M09	Подача СОЖ ВЫКЛ
M13	Шпиндель ВКЛ по часовой стрелке/Подача СОЖ ВКЛ
M14	Шпиндель ВКЛ против часовой стрелки/Подача СОЖ вкл
M30	Функция идентична M02
M89	Свободно программируемая дополнительная функция или вызов цикла (зависит от параметров станка)
M99	Режим покадрового вызова цикла
M91	В кадре позиционирования: координаты относятся к нулевой точке станка
M92	В кадре позиционирования: координаты относятся к определенной фирмой-производителем станка позиции, например, к позиции смены инструмента
M94	Округление индикации оси вращения до значения не более 360°
M97	Обработка небольших уступов контура
M98	Полная обработка открытых контуров
M109	Постоянная скорость движения по траектории для режущей кромки инструмента (увеличение и уменьшение скорости подачи)
M110	Постоянная скорость движения по траектории для режущей кромки инструмента (только уменьшение скорости подачи)
M111	Сброс M109/M110
M116	Скорость подачи для круговых осей в мм/мин
M117	Сброс M116
M118	Совмещение позиционирования маховичков во время выполнения программы

M-функции

M120	Предрасчет контура с поправкой на радиус (LOOK AHEAD)
M126	Перемещение осей вращения по оптимальному пути
M127	Сброс M126
M130	В кадре позиционирования: точки относятся к ненаклоненной системе координат
M136	Скорость подачи F в миллиметрах на оборот шпинделя
M137	Сброс M136
M138	Выбор осей поворота
M143	Отмера разворота плоскости обработки
M144	Учет кинематики станка в ФАКТИЧЕСКОЙ/ЗАДАННОЙ позициях в конце кадра
M145	Сброс M144

G-функции

Движения инструмента

G00	Линейная интерполяция, декартова система координат, с ускоренной подачей
G01	Линейная интерполяция, декартова система координат
G02	Круговая интерполяция, декартова система координат, по часовой стрелке
G03	Круговая интерполяция, декартова система координат, против часовой стрелки
G05	Круговая интерполяция, декартова система координат, без указания направления вращения
G06	Круговая интерполяция, декартова система координат, тангенциальное примыкание контура
G07*	Кадр позиционирования параллельно оси
G10	Линейная интерполяция, полярная система координат, с ускоренной подачей
G11	Линейная интерполяция, полярная система координат
G12	Круговая интерполяция, полярная система координат, по часовой стрелке
G13	Круговая интерполяция, полярная система координат, против часовой стрелки
G15	Круговая интерполяция, полярная система координат, без указания направления вращения
G16	Круговая интерполяция, полярная система координат, тангенциальное примыкание контура

G-функции

Вход или выход из фаски/закругления/контура

G24*	Фаска длиной R
G25*	Закругление углов с радиусом R
G26*	Плавный (тангенциальный) вход в контур с радиусом R
G27*	Плавный (тангенциальный) выход их контура с радиусом R

Определение инструмента

G99*	С номером инструмента T, длиной L, радиусом R

Поправка на радиус инструмента

G40	Без поправки на радиус инструмента
G41	Коррекция траектории инструмента, слева от контура
G42	Коррекция траектории инструмента, справа от контура
G43	Параллельная оси коррекция для G07, удлинение
G44	Параллельная оси коррекция для G07, укорачивание

Определение заготовки для графики

G30	(G17/G18/G19) минимальная точка
G31	(G90/G91) максимальная точка

Циклы для выполнения отверстий и резьбы

G240	Центровка
G200	Сверление
G201	Развертывание
G202	Расточка
G203	Универсальное сверление
G204	Возвратное зенкерование
G205	Универсальное глубокое сверление
G206	Нарезание внутренней резьбы с компенсатором
G207	Нарезание внутренней резьбы без компенсатора
G208	Фрезерование резьбовых отверстий
G209	Нарезание внутренней резьбы с ломкой стружки
G262	Фрезерование резьбы
G263	Фрезерование резьбы с зенкерованием
G264	Фрезерование резьбы в резьбовых отверстиях
G265	Спиральное фрезерование резьбы в резьбовых отверстиях
G267	Фрезерование наружной резьбы

Циклы для фрезерования карманов, цапф и канавок

G251	Прямоугольный карман полностью
G252	Круглый карман полностью
G253	Канавка полностью
G254	Круглая канавка полностью
G256	Прямоугольная цапфа
G257	Цилиндрическая цапфа

Циклы для выполнения точечных рисунков

G220	Точечные рисунки на окружности
G221	Точечные рисунки на линии

G-функции

SL-циклы группа 2

G37	Контур, определение номеров подпрограмм фрагментов контура
G120	Определение данных контура (действительно для G121 - G124)
G121	Черновое сверление
G122	Протягивание параллельно контуру (черновая обработка)
G123	Чистовая обработка на глубине
G124	Чистовая обработка боковых поверхностей
G125	Протяжка контура (обработка разомкнутого контура)
G127	Боковая поверхность цилиндра
G128	Фрезерование канавок на боковой поверхности цилиндра

Преобразования координат

G53	Смещение нулевой точки из таблиц нулевых точек
G54	Смещение нулевой точки в программе
G28	Зеркальное отображение контура
G73	Поворот системы координат
G72	Коэффициент масштабирования, уменьшить/увеличить контур
G80	Поворот плоскости обработки
G247	Назначение опорной точки

Циклы для строчного фрезерования

G230	Строчное фрезерование плоских поверхностей
G231	Строчное фрезерование произвольных наклонных поверхностей

*) функции, действующие в покадровом режиме

Циклы измерительных щупов для регистрации наклонного положения

G400	Разворот плоскости обработки по двум точкам
G401	Разворот плоскости обработки по двум отверстиям
G402	Разворот плоскости обработки по двум цапфам
G403	Компенсация разворота плоскости обработки по оси вращения
G404	Установка разворота плоскости обработки
G405	Компенсация наклонного положения через осб C

G-функции

Циклы измерительных щупов для назначения точки привязки

G408	Точка привязки к центру канавки
G409	Точка привязки к центру ребра
G410	Точка привязки к прямоугольному карману
G411	Точка привязки к прямоугольной цапфе
G412	Точка привязки к круглому карману
G413	Точка привязки к цапфе
G414	Точка привязки к внешнему углу
G415	Точка привязки к внутреннему углу
G416	Точка привязки к центру окружности из отверстий
G417	Точка привязки на оси измерительного щупа
G418	Точка привязки в центре 4 отверстий
G419	Точка привязки на выбираемой оси

Циклы измерительных щупов для измерения заготовки

G55	Измерение произвольных координат
G420	Измерение произвольного угла
G421	Измерение отверстия
G422	Измерение круглой цапфы
G423	Измерение прямоугольного кармана
G424	Измерение прямоугольной цапфы
G425	Измерение канавки
G426	Измерение ширины ребра
G427	Измерение произвольных координат
G430	Измерение центра окружности из отверстий
G431	Измерение произвольной плоскости

Циклы измерительных щупов для измерения инструмента

G480	Калибровка TT
G481	Измерение длины инструмента
G482	Измерение радиуса инструмента
G483	Измерение длины и радиуса инструмента

Специальные циклы

G04*	Время выдержки F секунд
G36	Ориентация шпинделя
G39*	Вызов программы
G62	Отклонение допуска быстрого фрезерования контура

Задание плоскости обработки

G17	Плоскость X/Y, Z-ось инструмента
G18	Плоскость Z/X, Y-ось инструмента
G19	Плоскость Y/Z, X-ось инструмента

Данные о размерах

G90	Данные о размерах, абсолютные
G91	Данные о размерах, инкрементальные

G-функции

Единицы измерения

G70	Единицы измерения - дюйм (задается в начале программы
G71	Единицы измерения - миллиметр (задается в начале программы)

Прочие G-функции

G29	Последняя заданная позиция в качестве полюса (центр окружности)
G38	Выполнение программы - СТОП
G51*	Предварительный выбор инструмента (таблица инструментов активна)
G79*	Вызов цикла
G98*	Назначить номер метки

*) функция, выполняемая в покадровом режиме

Адреса

%	Начало программы
%	Вызов программы
#	Номер нулевой точки с G53
A	Вращение вокруг X-оси
B	Вращение вокруг Y-оси
C	Вращение вокруг Z-оси
D	Определения Q-параметров
DL	Поправка на износ по длине с T
DR	Поправка на износ по радиусу с T
E	Допуск с M112 и M124
F	Скорость подачи
F	Время выдержки с G04
F	Коэффициент масштабирования с G72
F	Сокращение коэффициента F с M103
G	G-функции
.H	Полярные координаты - угол
.H	Угол поворота с G73
.H	Предельный угол с M112
I	X-координата центра окружности/полюса
J	Y-координата центра окружности/полюса
K	Z-координата центра окружности/полюса
L	Назначение номера метки с G98
L	Переход к метке Nr.
L	Длина инструмента с G99
M	M-функции
N	Номер кадра
P	Параметры цикла в циклах обработки
P	Значение или Q-параметр в определении Q-параметров

Адреса	
Q	Q-параметр
R R R R	Радиус d полярных координатf Радиус окружности с G02/G03/G05 Радиус закругления с G25/G26/G27 Радиус инструмента с G99
S S	Скорость вращения шпинделя Ориентация шпинделя с G36
T T T	Определение инструмента с G99 Вызов инструмента следующий инструмент с G51
U V W	Ось параллельно X-оси Ось параллельно Y-оси Ось параллельно Z-оси
X Y Z	X-ось Y-ось Z-ось
*	Конец кадра

Циклы контура

Структура программы при обработке с несколькими инструментами	
Список подпрограмм контура	G37 P01 ...
Определить данные контура	G120 Q1 ...
Сверло определить/вызвать Цикл контура: черновое сверление Вызов цикла	G121 Q10 ...
Черновую фрезу определить/вызвать Цикл контура: черновая обработка Вызов цикла	G122 Q10 ...
Чистовую фрезу определить/вызвать Цикл контура: чистовая обработка на глубине Вызов цикла	G123 Q11 ...
Чистовую фрезу определить/вызвать Цикл контура: чистовая обработка боковой поверхности Вызов цикла	G124 Q11 ...
Конец главной программы, возврат	**M02**
Подпрограммы контура	G98 ... G98 L0

Поправка на радиус для подпрограмм контура

Контур	Порядок программирования элементов контура	Поправка на радиус
Внутри (карман)	по часовой стрелке (CW) Против часовой стрелки (CCW)	G42 (RR) G41 (RL)
Снаружи (остров)	по часовой стрелке (CW) Против часовой стрелки (CCW)	G41 (RL) G42 (RR)

Преобразования координат

Преобразование координат	Активация	Отмена
Смещение нулевой точки	G54 X+20 Y+30 Z+10	G54 X0 Y0 Z0
Зеркальное отображение	G28 X	G28
Поворот	G73 H+45	G73 H+0
Коэффициент масштабирования	G72 F 0,8	G72 F1
Плоскость обработки	G80 A+10 B+10 C+15	G80

Определения Q-параметров

D	Функция
00	Присвоение
01	Сложение
02	Вычитание
03	Умножение
04	Деление
05	Корень
06	Синус
07	Косинус
08	Корень из суммы квадратов c = $\sqrt{a^2+b^2}$
09	Если равно, переход к номеру метки
10	Если не равно, переход к номеру метки
11	Если больше, переход к номеру метки
12	Если меньше, переход к номеру метки
13	Угол (угол из c sin a и c cos a)
14	Номер ошибки
15	Печать
19	Присвоение PLC (ПЛК)

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 (8669) 31-0
FAX +49 (8669) 5061
E-mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 (8669) 32-1000
Measuring systems ☏ +49 (8669) 31-3104
E-mail: service.ms-support@heidenhain.de
TNC support ☏ +49 (8669) 31-3101
E-mail: service.nc-support@heidenhain.de
NC programming ☏ +49 (8669) 31-3103
E-mail: service.nc-pgm@heidenhain.de
PLC programming ☏ +49 (8669) 31-3102
E-mail: service.plc@heidenhain.de
Lathe controls ☏ +49 (8669) 31-3105
E-mail: service.lathe-support@heidenhain.de

www.heidenhain.de

3D измерительные щупы фирмы HEIDENHAIN

помогают Вам уменьшить дополнительное время работы:

Например

- при установке загатовок
- при определении опорных точек
- при измерении обрабатываемых деталей
- при оцифровке 3D-форм

с помощью щупов для заготовок
TS 220 с кабелем
TS 640 с инфракрасной передачей

- при измерении инструмента
- при контроле стойкости
- при обнаружении поломки инструмента

с помощью щупа для инструмента
TT 140

550 671-R2 · Ver02 · SW03 · 0.3 · 11/2008 · H · Printed in Germany