HEIDENHAIN

Руководство пользователя Программирование

iTNC 530

Программное обеспечение NC
606420-04
606421-04
606424-04

Русский (ru)
3/2015

Об этом руководстве

Далее вы найдете список символов-указателей, используемых в данном руководстве

Этот символ указывает на то, что для выполнения описываемой функции необходимо следовать специальным указаниям.

Этот символ указывает на то, что при использовании описанной функции угрожает одна или несколько из следующих опасностей:

- Опасность для заготовки
- Опасности для зажимного приспособления
- Опасность для инструмента
- Опасность для станка
- Опасность для оператора

Этот символ указывает на то, что описываемая функция должна быть настроена производителем станка. Описываемая функция может действовать по-разному на разных станках.

Этот символ указывает на то, что более подробное описание функции содержится в другом руководстве пользователя.

Хотите внести изменения или заметили ошибку?

Мы постоянно стремимся усовершенствовать нашу документацию для вас. Вы можете помочь нам при этом, отправив пожелания или замеченные ошибки на электронный адрес: **info@heidenhain.ru**.

Тип ЧПУ, программное обеспечение и функции

В данном руководстве описаны функции ЧПУ, начиная со следующих номеров программного обеспечения ЧПУ.

Тип ЧПУ	Номер ПО ЧПУ
iTNC 530, HSCI и HEROS 5	606420-04
iTNC 530 E, HSCI и HEROS 5	606421-04
iTNC 530 Программная станция HSCI	606424-04

Буквой E обозначается экспортная версия системы управления. Для экспортной версии системы ЧПУ действует следующее ограничение:

- Одновременное перемещение не более 4 осей

HSCI (HEIDENHAIN Serial Controller Interface) последовательный интерфейс, характеризующий новую платформу систем ЧПУ.

HEROS 5 является новой операционной системой построенных на базе HSCI систем ЧПУ.

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

Например, не все станки поддерживают следующие функции ЧПУ:

- Измерение инструмента с помощью TT

Чтобы узнать фактический объем функций Вашего станка, обратитесь к его производителю.

Многие производители станков, а также компания HEIDENHAIN проводят курсы обучения программированию ЧПУ. Участие в подобных курсах рекомендуется для интенсивного ознакомления с функциями ЧПУ.

Руководство пользователя

Все функции ЧПУ, которые не связаны с измерительными щупами, описаны в руководстве пользователя по iTNC 530. Для того чтобы получить это руководство, отправьте запрос в компанию HEIDENHAIN.

Идентификационный номер руководства пользователя диалога открытым текстом: 670387-xx.

Идентификационный номер руководства пользователя DIN/ISO: 670391-xx.

Руководство пользователя smarT.NC

Режим работы smarT.NC описан в отдельном руководстве "Лоцман". Обращайтесь в компанию HEIDENHAIN, если вам необходимо данное руководство. ID: 533191-xx.

Опции программного обеспечения

В системе iTNC 530 имеются различные опции ПО, которые могут быть активированы производителем станка или самим оператором. Каждую опцию следует активировать отдельно, и каждая из них содержит, соответственно, описанные ниже функции:

ПО-опция 1
Интерполяция боковой поверхности цилиндра (циклы 27, 28, 29 и 39)
Подача в мм/мин для осей вращения: **M116**
Наклон плоскости обработки (цикл 19, **PLANE**-функция и Softkey 3D-ROT в ручном режиме работы)
Окружность в 3 осях при наклонной плоскости обработки

ПО-опция 2
5-ти осевая интерполяция
Сплайн-интерполяция
3D-обработка: ■ **M114**: Автоматическая корректировка геометрии станка при работе с наклонными осями ■ **M128**: Сохранение позиции вершины инструмента при позиционировании осей наклона (TCPM) ■ **FUNCTION TCPM**: Сохранение позиции вершины инструмента при позиционировании осей наклона (TCPM) с возможностью настройки действия ■ **M144**: Учёт кинематики станка в ФАКТИЧ/ЗАДАН.-позиции в конце кадра ■ Дополнительные параметры **Чистовая/черновая обработки** и **Допуск для осей вращения** в цикле 32 (G62) ■ **LN**-кадры (3D-коррекция)

ПО-опция: столкновение DCM	Описание
Функция контроля участков, заданных производителем станка, для предотвращения столкновений.	Руководство пользователя "Диалог открытым текстом"

Опция ПО DXF-конвертер	Описание
Извлечение контуров и позиций обработки из DXF-файлов (формат R12).	Руководство пользователя "Диалог открытым текстом"

ПО-опция: общие настройки программы	Описание
Функция для наложения преобразования координат в режимах отработки программы, возможность перемещения с перекрытием маховичком в виртуальном направлении оси.	Руководство пользователя "Диалог открытым текстом"

Опция ПО AFC	Описание
Функция адаптивного регулирования подачи для оптимизации условий резания при серийном производстве	Руководство пользователя "Диалог открытым текстом"

Опция ПО KinematicsOpt	Описание
Циклы измерительного щупа для проверки и оптимизации точности станка.	Стр. 494

Опция ПО 3D-ToolComp	Описание
3D коррекция радиуса, зависящая от угла зацепления, для LN-кадров.	Руководство пользователя "Диалог открытым текстом"

Опция ПО «Расширенное управление инструментом»	Описание
Управление инструментом, настраиваемое производителем станка с помощью Python-скриптов	Руководство пользователя "Диалог открытым текстом"

Опция ПО «CAD-Viewer»	Описание
Позволяет открывать 3D-модели в системе ЧПУ	Руководство пользователя «Диалог открытым текстом»

Опция ПО «Точение с интерполяцией»	Описание
Токарная обработка уступа с интерполяцией с помощью цикла 290	Стр. 333

Опция ПО «Диспетчер удаленного управления рабочим столом»	Описание
Удаленное управление внешним компьютером (например, ПК с Windows) с помощью операционной системы ЧПУ	Руководство пользователя «Диалог открытым текстом»

Опция ПО «Cross Talk Compensation CTC»	Описание
Компенсация сопряжения осей	Инструкция по обслуживанию станка

Опция ПО «Position Adaptive Control PAC»	Описание
Настройка параметров регулирования	Инструкция по обслуживанию станка

Опция ПО «Load Adaptive Control LAC»	Описание
Динамическая настройка параметров регулирования	Инструкция по обслуживанию станка

Опция ПО «Active Chatter Control ACC»	Описание
Полуавтоматическая функция для подавления грохота во время обработки	Инструкция по обслуживанию станка

Уровень версии (функции обновления)

Наряду с дополнительными опциями ПО управление существенными модификациями программного обеспечения ЧПУ осуществляется с помощью функций обновления, так называемых **F**eature **C**ontent **L**evel (англ. термин для уровня версии). Функции, относящиеся к FCL, недоступны пользователю при получении обновления программного обеспечения 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 использования, купив цифровой код. Для этого необходимо обратиться к производителю станка или в компанию HEIDENHAIN.

FCL 4-функции	Описание
Графическое изображение защищенного пространства при активном контроле столкновений DCM	Руководство пользователя
Совмещение действия маховичка в состоянии останова при активном контроле столкновений DCM	Руководство пользователя
3D-разворот (компенсация закрепления)	Инструкция по обслуживанию станка

FCL 3-функции	Описание
Цикл измерительного щупа для 3D-ощупывания	Стр. 483
Циклы измерительных щупов для автоматической установки точки привязки в центре канавки/ребра	Стр. 373
Уменьшение подачи при обработке карманов контура, когда инструмент полностью врезается	Руководство пользователя
PLANE-функция: ввод угла оси	Руководство пользователя
Документация пользователя как система помощи в зависимости от контекста	Руководство пользователя
smarT.NC: программирование smarT.NC параллельно с отработкой	Руководство пользователя

FCL 3-функции	Описание
smarT.NC: карман контура на группе отверстий	Лоцман smarT.NC
smarT.NC: предварительный просмотр программ контуров в управлении файлами	Лоцман smarT.NC
smarT.NC: стратегия позиционирования при обработке точек	Лоцман smarT.NC

FCL 2-функции	Описание
3D-линейная графика	Руководство пользователя
Виртуальная ось инструмента	Руководство пользователя
USB-поддержка устройств (флэш-карты, жесткие диски, CD-ROM-дисководы)	Руководство пользователя
Фильтрация контуров, созданных удаленно	Руководство пользователя
Возможность присвоения каждому подконтуру различных значений глубины в формуле контура	Руководство пользователя
Динамическое управление IP-адресами DHCP	Руководство пользователя
Цикл импульсного щупа для глобальной настройки параметров щупа	Стр. 488
smarT.NC: поиск кадра с графической поддержкой	Лоцман smarT.NC
smarT.NC: преобразования координат	Лоцман smarT.NC
smarT.NC: PLANE-функция	Лоцман smarT.NC

Предполагаемая область применения

Система ЧПУ соответствует классу A, согласно европейской норме EN 55022 и предусмотрена для эксплуатации главным образом в промышленных центрах.

Новые функции циклов ПО 60642x-01

- Новый цикл 275 «Установка канавки по контуру вихревым фрезерованием» (смотри „КАНАВКА ПО КОНТУРУ ВИХРЕВЫМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ (цикл 275, DIN/ISO: G275)” на странице 218)
- В цикле 241 «Сверление оружейным сверлом» теперь можно задать также глубину выдержки (смотри „СВЕРЛЕНИЕ ОРУЖЕЙНЫМ СВЕРЛОМ (цикл 241, DIN/ISO: G241)” на странице 98)
- Тип подвода и отвода цикла 39 «Контур на образующей цилиндра» теперь можно задавать (смотри „Ход цикла” на странице 248)
- Новые циклы калибровки измерительных щупов с помощью калибровочного шара (смотри „КАЛИБРОВКА TS (цикл 460, DIN/ISO: G460)” на странице 490)
- KinematicsOpt: добавлен дополнительный параметр для определения люфта оси вращения (смотри „Люфт” на странице 506)
- KinematicsOpt: улучшена поддержка при позиционировании осей с торцовыми зубьями (смотри „Станки с осями с торцовыми зубьями” на странице 502)

Новые функции циклов ПО 60642x-02

- Новый цикл обработки **225 «Гравировка»** (смотри „ГРАВИРОВКА (цикл 225, DIN/ISO: G225)” на странице 329)
- Новый цикл обработки **276 «Протяжка контура 3D»** (смотри „ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D (цикл 25 276, DIN/ISO: G276)” на странице 223)
- Новый цикл обработки **290 «Точение с интерполяцией»** (смотри „ТОЧЕНИЕ С ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ (опция ПО, цикл 290, DIN/ISO: G290)” на странице 333)
- Теперь в циклах фрезерования резьбы 26x доступна отдельная подача для плавного подвода к резьбе (смотри соответствующее описание параметра цикла)
- В циклах KinematicsOpt были сделаны следующие изменения:
  - Новый, более быстрый алгоритм оптимизации
  - После оптимизации угла больше не требуется отдельный ряд измерений для оптимизации позиции (смотри „Различные режимы (Q406)” на странице 511)
  - Возврат ошибки смещения (изменение станочного ноля) через параметры Q147-149 (смотри „Ход цикла” на странице 499)
  - До 8 точек измерения плоскости при измерении сферы (смотри „Параметры цикла” на странице 508)
  - Оси вращения, которые не были настроены, игнорируются системой ЧПУ при выполнении цикла (смотри „Учитывайте при программировании!” на странице 507)

Новые функции циклов ПО 60642x-03

- В цикле 256 «Прямоугольная цапфа» теперь представлен параметр, с помощью которого можно определить позицию подвода к цапфе (смотри „ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ЦАПФА (цикл 256, DIN/ISO: G256)” на странице 169)
- В цикле 257 «Фрезерование круглых цапф» теперь представлен параметр, с помощью которого можно определить позицию подвода к цапфе (смотри „КРУГЛЫЙ ОСТОВ (цикл 257, DIN/ISO: G257)” на странице 173)

Новые функции циклов ПО 60642x-04

- Цикл 25: добавлено автоматическое распознавание оставшегося материала (смотри „ПРОТЯЖКА КОНТУРА (цикл 25, DIN/ISO: G125)” на странице 214)
- Цикл 200: добавлен параметр ввода Q359 для определения привязки глубины (смотри „СВЕРЛЕНИЕ (цикл 200)” на странице 75)
- Цикл 203: добавлен параметр ввода Q359 для определения привязки глубины (смотри „УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 203, DIN/ISO: G203)” на странице 83)
- Цикл 205: добавлен параметр ввода Q208 для подачи во время обратного хода (смотри „УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 205, DIN/ISO: G205)” на странице 91)
- Цикл 205: добавлен параметр ввода Q359 для определения привязки глубины (смотри „УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 205, DIN/ISO: G205)” на странице 91)
- Цикл 225: возможность ввода умлаутов и размещения текста по диагонали (смотри „ГРАВИРОВКА (цикл 225, DIN/ISO: G225)” на странице 329)
- Цикл 253: добавлен параметр ввода Q439 для привязки подачи (смотри „ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВКИ (цикл 253, DIN/ISO: G253)” на странице 156)
- Цикл 254: добавлен параметр ввода Q439 для привязки подачи (смотри „КРУГЛАЯ КАНАВКА (цикл 254, DIN/ISO: G254)” на странице 162)
- Цикл 276: добавлено автоматическое распознавание оставшегося материала (смотри „ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D (цикл 25 276, DIN/ISO: G276)” на странице 223)
- Цикл 290: цикл 290 теперь также позволяет устанавливать прорезку (смотри „ТОЧЕНИЕ С ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ (опция ПО, цикл 290, DIN/ISO: G290)” на странице 333)
- Цикл 404: параметр ввода Q305 позволяет сохранять разворот плоскости обработки в любой строке таблицы точки привязки (смотри „УСТАНОВКА РАЗВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ (цикл 404, DIN/ISO: G404)” на странице 363)

Измененные функции циклов 60642x-01

- Изменен тип подвода при чистовой обработке боковой поверхности с помощью цикла 24 (DIN/ISO: G124) (смотри „Учитывайте при программировании!” на странице 210)

Измененные функции циклов 60642x-02

- Изменено положение клавиш Softkey для задания цикла 270

Измененные функции циклов 60642x-04

- Цикл 206: теперь система ЧПУ контролирует шаг резьбы, если он задан в таблице инструментов
- Цикл 207: теперь система ЧПУ контролирует шаг резьбы, если он задан в таблице инструментов
- Цикл 209: теперь система ЧПУ контролирует шаг резьбы, если он задан в таблице инструментов
- Цикл 209: Теперь при ломке стружки система ЧПУ полностью отводит инструмент из высверленного отверстия, если определен параметр Q256=0 (отвод при ломке стружки)
- Цикл 202: Система ЧПУ не выводит инструмент со дна отверстия, если определен параметр Q214=0 (направление выхода из материала)
- Цикл 405: Теперь система ЧПУ записывает точку привязки также в строку 0 таблицы точки привязки, если определен параметр Q337=0
- Соответствующие циклы измерительных щупов 4xx: Диапазон ввода параметра Q305 (номер точки привязки или нулевой точки) увеличен до 99999
- Циклы 451 и 452: теперь во время измерения система ЧПУ скрывает окно состояния только в том случае, если путь перемещения калибровочного шара больше радиуса наконечника щупа

Содержание

Основы / Обзор 1

Применение циклов обработки 2

Циклы обработки: сверление 3

Циклы обработки: «Нарезание резьбы»/ «Резьбофрезерование» 4

Циклы обработки: фрезерование карманов / островов / канавок 5

Циклы обработки: определение образцов 6

Циклы обработки: карман по контуру, протяжка контура 7

Циклы обработки: боковая поверхность цилиндра 8

Циклы обработки: описание кармана по контуру формулой 9

Циклы обработки: построчное фрезерование 10

Циклы: преобразования координат 11

Циклы: специальные функции 12

Работа с циклами измерительных щупов 13

Циклы измерительных щупов: автоматическое определение поворота детали 14

Циклы измерительного щупа: автоматическое определение точек привязки 15

Циклы измерительных щупов: автоматический контроль деталей 16

Циклы измерительных щупов: специальные функции 17

Циклы измерительных щупов: автоматическое измерение кинематики 18

Циклы измерительных щупов: автоматическое измерение инструмента 19

1 Основы / Обзор 41

1.1 Введение 42
1.2 Доступные группы циклов 43
Обзор циклов обработки 43
Обзор циклов измерительных щупов 44

2 Применение циклов обработки 45

2.1 Работа с циклами обработки 46

Общие указания 46

Циклы станка 47

Определение цикла с помощью многофункциональных клавиш Softkey 48

Определение цикла при помощи функции GOTO 48

Вызов циклов 49

Работа с дополнительными осями U/V/W 51

2.2 Стандартные значения программы для циклов обработки 52

Обзор 52

Ввод GLOBAL DEF 53

Использование данных GLOBAL DEF 53

Общедействительные глобальные параметры 54

Глобальные параметры обработки сверлением 54

Глобальные параметры обработки фрезерованием с циклами карманов 25x 55

Глобальные параметры обработки фрезерованием с циклами контуров 55

Глобальные параметры поведения при позиционировании 55

Глобальные параметры функций ощупывания 56

2.3 Определение образца PATTERN DEF 57

Применение 57

Ввод PATTERN DEF 58

Использование PATTERN DEF 58

Определение отдельных позиций обработки 59

Определение отдельного ряда 60

Определение отдельного образца 61

Определение отдельной рамки 62

Определение полной окружности 63

Определение сегмента окружности 64

2.4 Таблицы точек 65

Применение 65

Ввод таблицы точек 65

Скрытие отдельных точек для обработки 66

Определение безопасной высоты 66

Выберите таблицу точек в программе 67

Вызов цикла, используя таблицу точек 68

3 Циклы обработки: сверление 71

3.1 Основные положения 72
Обзор 72
3.2 ЦЕНТРОВКА (цикл 240, DIN/ISO: G240) 73
Ход цикла 73
Учитывайте при программировании! 73
Параметры цикла 74
3.3 СВЕРЛЕНИЕ (цикл 200) 75
Ход цикла 75
Учитывайте при программировании! 75
Параметры цикла 76
3.4 РАЗВЕРТЫВАНИЕ (цикл 201, DIN/ISO: G201) 77
Ход цикла 77
Учитывайте при программировании! 77
Параметры цикла 78
3.5 РАСТОЧКА (цикл 202, DIN/ISO: G202) 79
Ход цикла 79
Учитывайте при программировании! 80
Параметры цикла 81
3.6 УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 203, DIN/ISO: G203) 83
Ход цикла 83
Учитывайте при программировании! 84
Параметры цикла 85
3.7 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ (цикл 204, DIN/ISO: G204) 87
Ход цикла 87
Учитывайте при программировании! 88
Параметры цикла 89
3.8 УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 205, DIN/ISO: G205) 91
Ход цикла 91
Учитывайте при программировании! 92
Параметры цикла 93
3.9 СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 208) 95
Ход цикла 95
Учитывайте при программировании! 96
Параметры цикла 97
3.10 СВЕРЛЕНИЕ ОРУЖЕЙНЫМ СВЕРЛОМ (цикл 241, DIN/ISO: G241) 98
Ход цикла 98
Учитывайте при программировании! 98
Параметры цикла 99
3.11 Примеры программ 101

4 Циклы обработки: «Нарезание резьбы»/ «Резьбофрезерование» 105

4.1 Основные положения 106
Обзор 106
4.2 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, с компенсатором, НОВИНКА (цикл 206, DIN/ISO: G206) 107
Ход цикла 107
Учитывайте при программировании! 107
Параметры цикла 109
4.3 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ без компенсатора GS, НОВИНКА (цикл 207, DIN/ISO: G207) 110
Ход цикла 110
Учитывайте при программировании! 111
Параметры цикла 112
4.4 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ (цикл 209, DIN/ISO: G209) 113
Ход цикла 113
Учитывайте при программировании! 114
Параметры цикла 116
4.5 Основные положения по фрезерованию резьбы 118
Условия 118
4.6 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 262, DIN/ISO: G262) 120
Ход цикла 120
Учитывайте при программировании! 121
Параметры цикла 122
4.7 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ (цикл 263, DIN/ISO: G263) 123
Ход цикла 123
Учитывайте при программировании! 124
Параметры цикла 125
4.8 СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 264, DIN/ISO: G264) 127
Ход цикла 127
Учитывайте при программировании! 128
Параметры цикла 129
4.9 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 265, DIN/ISO: G265) 131
Ход цикла 131
Учитывайте при программировании! 132
Параметры цикла 133
4.10 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ (цикл 267, DIN/ISO: G267) 135
Ход цикла 135
Учитывайте при программировании! 136
Параметры цикла 137
4.11 Примеры программ 139

5 Циклы обработки: фрезерование карманов / островов / канавок 143

5.1 Основные положения 144
Обзор 144
5.2 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН (цикл 251, DIN/ISO: G251) 145
Ход цикла 145
Учитывайте при программировании 146
Параметры цикла 148
5.3 КРУГЛЫЙ КАРМАН (цикл 252, DIN/ISO: G252) 151
Ход цикла 151
Учитывайте при программировании! 152
Параметры цикла 154
5.4 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВКИ (цикл 253, DIN/ISO: G253) 156
Ход цикла 156
Учитывайте при программировании! 157
Параметры цикла 159
5.5 КРУГЛАЯ КАНАВКА (цикл 254, DIN/ISO: G254) 162
Ход цикла 162
Учитывайте при программировании! 163
Параметры цикла 165
5.6 ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ЦАПФА (цикл 256, DIN/ISO: G256) 169
Ход цикла 169
Учитывайте при программировании! 170
Параметры цикла 171
5.7 КРУГЛЫЙ ОСТОВ (цикл 257, DIN/ISO: G257) 173
Ход цикла 173
Учитывайте при программировании! 174
Параметры цикла 175
5.8 Примеры программ 177

6 Циклы обработки: определение образцов 181

6.1 Основные положения 182
Обзор 182
6.2 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ОКРУЖНОСТИ (цикл 220, DIN/ISO: G220) 184
Ход цикла 184
Учитывайте при программировании! 184
Параметры цикла 185
6.3 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ПРЯМЫХ (цикл 221, DIN/ISO: G221) 187
Ход цикла 187
Учитывайте при программировании! 187
Параметры цикла 188
6.4 Примеры программ 189

7 Циклы обработки: карман по контуру, протяжка контура 191

7.1 SL-циклы 192
Основные положения 192
Обзор 194
7.2 КОНТУР (цикл 1, DIN/ISO: G37) 195
Учитывайте при программировании! 195
Параметры цикла 195
7.3 Перекрывающие друг друга контуры 196
Основные положения 196
Подпрограммы: перекрывающие друг друга карманы 197
“Суммарная ”-площадь 198
“Разностная” площадь 199
Площадь "пересечения" 199
7.4 ДАННЫЕ КОНТУРА (цикл 20, DIN/ISO: G120) 200
Учитывайте при программировании! 200
Параметры цикла 201
7.5 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 21, DIN/ISO: G121) 202
Ход цикла 202
Учитывайте при программировании! 202
Параметры цикла 203
7.6 ВЫБОРКА (цикл 22, DIN/ISO: G122) 204
Ход цикла 204
Учитывайте при программировании! 205
Параметры цикла 206
7.7 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДНА (цикл 23, DIN/ISO: G123) 208
Ход цикла 208
Учитывайте при программировании! 208
Параметры цикла 209
7.8 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА БОК. ПОВЕРХНОСТИ (цикл 24, DIN/ISO: G124) 210
Ход цикла 210
Учитывайте при программировании! 210
Параметры цикла 211
7.9 ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА (цикл 270, DIN/ISO: G270) 212
Учитывайте при программировании! 212
Параметры цикла 213

7.10 ПРОТЯЖКА КОНТУРА (цикл 25, DIN/ISO: G125) 214
Ход цикла 214
Учитывайте при программировании! 215
Параметры цикла 216
7.11 КАНАВКА ПО КОНТУРУ ВИХРЕВЫМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ (цикл 275, DIN/ISO: G275) 218
Ход цикла 218
Учитывайте при программировании! 219
Параметры цикла 220
7.12 ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D (цикл 25 276, DIN/ISO: G276) 223
Ход цикла 223
Учитывайте при программировании! 224
Параметры цикла 226
7.13 Примеры программ 228

8 Циклы обработки: боковая поверхность цилиндра 237

8.1 Основные положения 238
Обзор циклов обработки боковой поверхности цилиндра 238
8.2 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА (цикл 27, DIN/ISO: G127, опция ПО 1) 239
Ход цикла 239
Учитывайте при программировании 240
Параметры цикла 241
8.3 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА, фрезерование канавки (цикл 28, DIN/ISO: G128, опция ПО- 1) 242
Ход цикла 242
Учитывайте при программировании! 243
Параметры цикла 244
8.4 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА, фрезерование ребра (цикл 29, DIN/ISO: G129, опция ПО- 1) 245
Ход цикла 245
Учитывайте при программировании! 246
Параметры цикла 247
8.5 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА, фрезерование внешнего контура (цикл 39, DIN/ISO: G139, опция ПО-1) 248
Ход цикла 248
Учитывайте при программировании! 249
Параметры цикла 250
8.6 Примеры программ 251

9 Циклы обработки: описание кармана по контуру формулой 255

9.1 SL-циклы со сложной формулой контура 256
Основные положения 256
Выбор программы с определениями контура 258
Определение описаний контуров 259
Ввод сложной формулы контура 260
Перекрывающие друг друга контуры 261
Обработка контуров с помощью SL-циклов 263
9.2 SL-циклы с простой формулой контура 267
Основные положения 267
Ввод простой формулы контура 269
Обработка контуров с помощью SL-циклов 269

10 Циклы обработки: построчное фрезерование 271

10.1 Основные положения 272
Обзор 272
10.2 ОРАБОТКА 3D-ДАННЫХ (ЦИКЛ 30, DIN/ISO: G60) 273
Ход цикла 273
Учитывайте при программировании! 273
Параметры цикла 274
10.3 ПОСТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 230, DIN/ISO: G230) 275
Ход цикла 275
Учитывайте при программировании! 275
Параметры цикла 276
10.4 СТАНДАРТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (цикл 231; DIN/ISO: G231) 277
Ход цикла 277
Учитывайте при программировании! 278
Параметры цикла 279
10.5 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ (цикл 232, DIN/ISO: G232) 281
Ход цикла 281
Учитывайте при программировании! 283
Параметры цикла 284
10.6 Примеры программирования 287

11 Циклы: преобразования координат 289

11.1 Основные положения 290
Обзор 290
Активация преобразования координат 290
11.2 Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ (цикл 7, DIN/ISO: G54) 291
Действие 291
Параметры цикла 291
11.3 Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ с помощью таблицы нулевых точек (цикл 7, DIN/ISO: G53) 292
Действие 292
Учитывайте при программировании! 293
Параметры цикла 294
Выбор таблицы нулевых точек в программе ЧПУ 294
Редактирование таблицы нулевых точек в режиме Сохранение/редактирование программы 295
Редактирование таблицы нулевых точек в режиме прогона программы 296
Считывание действительных значений в таблицу нулевых точек 296
Настройка таблицы нулевых точек 297
Выход из таблицы нулевых точек 297
11.4 УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ (цикл 247, DIN/ISO: G247) 298
Действие 298
Учитывайте перед программированием! 298
Параметры цикла 298
11.5 ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ (цикл 8, DIN/ISO: G28) 299
Действие 299
Учитывайте при программировании! 299
Параметры цикла 300
11.6 ВРАЩЕНИЕ (цикл 10, DIN/ISO: G73) 301
Действие 301
Учитывайте при программировании! 301
Параметры цикла 302
11.7 МАСШТАБИРОВАНИЕ (цикл 11, DIN/ISO: G72) 303
Действие 303
Параметры цикла 304
11.8 КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ ОСИ (цикл 26) 305
Действие 305
Учитывайте при программировании! 305
Параметры цикла 306

11.9 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, DIN/ISO: G80, опция ПО 1) 307
Действие 307
Учитывайте при программировании! 308
Параметры цикла 309
Сброс 309
Позиционирование осей вращения 310
Индикация положения в наклоненной системе 312
Контроль рабочего пространства 312
Позиционирование в наклоненной системе 312
Комбинация с другими циклами преобразования координат 313
Автоматические измерения в наклоненной системе 313
Руководство по работе с циклом 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ 314
11.10 Примеры программирования 316

12 Циклы: специальные функции 319

12.1 Основные положения 320
Обзор 320
12.2 ПАУЗА (цикл 9, DIN/ISO: G04) 321
Функция 321
Параметры цикла 321
12.3 ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ (цикл 12, DIN/ISO: G39) 322
Функция цикла 322
Учитывайте при программировании! 322
Параметры цикла 323
12.4 ОРИЕНТАЦИЯ ШПИНДЕЛЯ (цикл 13, DIN/ISO: G36) 324
Функция цикла 324
Учитывайте при программировании! 324
Параметры цикла 324
12.5 ДОПУСК (цикл 32, DIN/ISO: G62) 325
Функция цикла 325
Факторы, влияющие на определение геометрии в CAM-системе 326
Учитывайте при программировании! 327
Параметры цикла 328
12.6 ГРАВИРОВКА (цикл 225, DIN/ISO: G225) 329
Ход цикла 329
Учитывайте при программировании! 329
Параметры цикла 330
Разрешенные символы 331
Непечатаемые знаки 331
Гравировка системных переменных 332
12.7 ТОЧЕНИЕ С ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ (опция ПО, цикл 290, DIN/ISO: G290) 333
Ход цикла 333
Учитывайте при программировании! 334
Параметры цикла 335

13 Работа с циклами измерительных щупов 339

13.1 Общие сведения о циклах измерительных щупов 340
Принцип действия 340
Циклы измерительного щупа в ручном режиме работы и в режиме эл. маховичка 341
Циклы измерительного щупа для автоматического режима работы 341
13.2 Перед началом работы с циклами измерительного щупа! 343
Максимальный путь до точки измерения: MP6130 343
Безопасное расстояние до точки измерения: MP6140 343
Ориентация инфракрасного щупа в запрограммированном направлении измерения: MP6165 343
Учет разворота плоскости обработки в ручном режиме: MP6166 344
Многократные измерения: MP6170 344
Доверительный интервал для многократных измерений: MP6171 344
Переключающийся щуп, подача измерения: MP6120 345
Переключающийся измерительный щуп, подача позиционирования: MP6150 345
Переключающийся измерительный щуп, ускоренный ход для перемещений позиционирования: MP6151 345
KinematicsOpt, граница допуска для режима Оптимизация: MP6600 345
KinematicsOpt, допустимое отклонение радиуса калибровочного шарика: MP6601 345
Отработка циклов измерительного щупа 346

14 Циклы измерительных щупов: автоматическое определение поворота детали 347

14.1 Основные положения 348

Обзор 348

Общие особенности циклов измерительных щупов при определении неровного положения детали 349

14.2 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ (цикл 400, DIN/ISO: G400) 350

Ход цикла 350

Учитывайте при программировании! 350

Параметры цикла 351

14.3 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ по двум отверстиям (цикл 401, DIN/ISO: G401) 353

Ход цикла 353

Учитывайте при программировании! 353

Параметры цикла 354

14.4 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ по двум островам (цикл 402, DIN/ISO: G402) 356

Ход цикла 356

Учитывайте при программировании! 356

Параметры цикла 357

14.5 Компенсация РАЗВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ по оси вращения (цикл 403, DIN/ISO: G403) 359

Ход цикла 359

Учитывайте при программировании! 360

Параметры цикла 361

14.6 УСТАНОВКА РАЗВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ (цикл 404, DIN/ISO: G404) 363

Ход цикла 363

Параметры цикла 363

14.7 Выравнивание разворота детали по оси C (цикл 405, DIN/ISO: G405) 364

Ход цикла 364

Учитывайте при программировании! 365

Параметры цикла 366

15 Циклы измерительного щупа: автоматическое определение точек привязки 369

15.1 Основные положения 370
Обзор 370
Общие черты всех циклов измерительного щупа при установке точки привязки 371
15.2 ТОЧКА ПРИВЯЗКИ К ЦЕНТРУ КАНАВКИ (цикл 408, DIN/ISO: G408, FCL 3-функция) 373
Ход цикла 373
Учитывайте при программировании! 374
Параметры цикла 374
15.3 ТОЧКА ПРИВЯЗКИ К ЦЕНТРУ РЕБРА (цикл 409, DIN/ISO: G409, FCL 3-функция) 377
Ход цикла 377
Учитывайте при программировании! 377
Параметры цикла 378
15.4 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КАРМАНА (цикл 410, DIN/ISO: G410) 380
Ход цикла 380
Учитывайте при программировании! 381
Параметры цикла 382
15.5 ТОЧКА ПРИВЯЗКИ К ЦЕНТРУ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ОСТРОВА (цикл 411, DIN/ISO: G411) 385
Ход цикла 385
Учитывайте при программировании! 386
Параметры цикла 386
15.6 ПРИЯЗКА К ЦЕНТРУ КРУГЛОГО КАРМАНА (цикл 412, DIN/ISO: G412) 389
Ход цикла 389
Учитывайте при программировании! 390
Параметры цикла 390
15.7 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ КРУГЛОГО ОСТРОВА (цикл 413, DIN/ISO: G413) 394
Ход цикла 394
Учитывайте при программировании! 395
Параметры цикла 395
15.8 ПРИВЯЗКА К ВНЕШНЕМУ УГЛУ (цикл 414, DIN/ISO: G414) 399
Ход цикла 399
Учитывайте при программировании! 400
Параметры цикла 401
15.9 ПРИВЯЗКА К ВНУТРЕННЕМУ УГЛУ (цикл 415, DIN/ISO: G415) 404
Ход цикла 404
Учитывайте при программировании! 405
Параметры цикла 405

15.10 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ ОКРУЖНОСТИ ОТВЕРСТИЙ (цикл 416, DIN/ISO: G416) 408
Ход цикла 408
Учитывайте при программировании! 409
Параметры цикла 409
15.11 ПРИВЯЗКА К ОСИ ЩУПА (цикл 417, DIN/ISO: G417) 413
Ход цикла 413
Учитывайте при программировании! 413
Параметры цикла 414
15.12 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ 4 ОТВЕРСТИЙ (цикл 418, DIN/ISO: G418) 415
Ход цикла 415
Учитывайте при программировании! 416
Параметры цикла 416
15.13 ПРИВЯЗКА К КООРДИНАТЕ (цикл 419, DIN/ISO: G419) 419
Ход цикла 419
Учитывайте при программировании! 419
Параметры цикла 420

16 Циклы измерительных щупов: автоматический контроль деталей 427

16.1 Основные положения 428
Обзор 428
Протоколирование результатов измерений 429
Результаты измерений в параметрах Q 431
Статус измерения 431
Контроль допуска 432
Контроль инструмента 432
Система отсчета для результатов измерений 433
16.2 ОПОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ (цикл 0, DIN/ISO: G55) 434
Ход цикла 434
Учитывайте при программировании! 434
Параметры цикла 434
16.3 ОПОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ полярно (цикл 1) 435
Ход цикла 435
Учитывайте при программировании! 435
Параметры цикла 436
16.4 ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА (цикл 420, DIN/ISO: G420) 437
Ход цикла 437
Учитывайте при программировании! 437
Параметры цикла 438
16.5 ИЗМЕРЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ (цикл 421, DIN/ISO: G421) 440
Ход цикла 440
Учитывайте при программировании! 441
Параметры цикла 441
16.6 ИЗМЕРЕНИЕ КРУГЛОГО ОСТРОВА (цикл 422, DIN/ISO: G422) 444
Ход цикла 444
Учитывайте при программировании! 445
Параметры цикла 445
16.7 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КАРМАНА (цикл 423, DIN/ISO: G423) 448
Ход цикла 448
Учитывайте при программировании! 449
Параметры цикла 449
16.8 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ОСТРОВА (цикл 424, DIN/ISO: G424) 452
Ход цикла 452
Учитывайте при программировании! 453
Параметры цикла 453
16.9 ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ КАНАВКИ (цикл 425, DIN/ISO: G425) 456
Ход цикла 456
Учитывайте при программировании! 456
Параметры цикла 457

16.10 ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ РЕБРА (цикл 426, DIN/ISO: G426) 459
Ход цикла 459
Учитывайте при программировании! 459
Параметры цикла 460
16.11 ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТЫ (цикл 427, DIN/ISO: G427) 462
Ход цикла 462
Учитывайте при программировании! 462
Параметры цикла 463
16.12 ИЗМЕРЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ ОТВЕРСТИЙ (цикл 430, DIN/ISO: G430) 465
Ход цикла 465
Учитывайте при программировании! 466
Параметры цикла 466
16.13 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОСКОСТИ (цикл 431, DIN/ISO: G431) 469
Ход цикла 469
Учитывайте при программировании! 470
Параметры цикла 471
16.14 Примеры программирования 473

17 Циклы измерительных щупов: специальные функции 477

17.1 Основные положения 478
Обзор 478
17.2 КАЛИБРОВКА TS (цикл 2) 479
Ход цикла 479
Учитывайте при программировании! 479
Параметры цикла 479
17.3 КАЛИБРОВКА ДЛИНЫ TS (цикл 9) 480
Ход цикла 480
Параметры цикла 480
17.4 ИЗМЕРЕНИЕ (цикл 3) 481
Ход цикла 481
Учитывайте при программировании! 481
Параметры цикла 482
17.5 ИЗМЕРЕНИЕ 3D (цикл 4, FCL 3-функция) 483
Ход цикла 483
Учитывайте при программировании! 483
Параметры цикла 484
17.6 ИЗМЕРЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ОСИ (цикл измерительного щупа 440, DIN/ISO: G440) 485
Ход цикла 485
Учитывайте при программировании! 486
Параметры цикла 487
17.7 БЫСТРОЕ ИЗМЕРЕНИЕ (цикл 441, DIN/ISO: G441, FCL 2-функция) 488
Ход цикла 488
Учитывайте при программировании! 488
Параметры цикла 489
17.8 КАЛИБРОВКА TS (цикл 460, DIN/ISO: G460) 490
Ход цикла 490
Учитывайте при программировании! 490
Параметры цикла 491

18 Циклы измерительных щупов: автоматическое измерение кинематики 493

18.1 Измерение кинематики с помощью щупа TS (Опция KinematicsOpt) 494

Основные положения 494

Обзор 494

18.2 Условия 495

Учитывайте при программировании! 496

18.3 СОХРАНЕНИЕ КИНЕМАТИКИ (цикл 450, DIN/ISO: G450, опция) 497

Ход цикла 497

Учитывайте при программировании! 497

Параметры цикла 498

Функция протокола 498

18.4 ИЗМЕРЕНИЕ КИНЕМАТИКИ (цикл 451, DIN/ISO: G451, опция) 499

Ход цикла 499

Направление позиционирования 501

Станки с осями с торцовыми зубьями 502

Выбор количества точек измерения 503

Выбор позиции калибровочного шара на столе станка 503

Указания относительно точности 504

Указания по разным методам калибровки 505

Люфт 506

Учитывайте при программировании! 507

Параметры цикла 508

Различные режимы (Q406) 511

Функция протокола 512

18.5 КОМПЕНСАЦИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ (цикл 452, DIN/ISO: G452, опция) 515

Ход цикла 515

Учитывайте при программировании! 517

Параметры цикла 518

Подгонка сменных головок 520

Компенсация дрейфа 522

Функция протокола 524

19 Циклы измерительных щупов: автоматическое измерение инструмента 525

19.1 Основные положения 526
Обзор 526
Различия между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483 527
Настройка параметров станка 527
Записи в таблице инструментов TOOL.T 529
Индикация результатов измерения 530
19.2 Калибровка TT (цикл 30 или 480, DIN/ISO: G480) 531
Ход цикла 531
Учитывайте при программировании! 531
Параметры цикла 531
19.3 Калибровка беспроводного TT 449 (цикл 484, DIN/ISO: G484) 532
Основные положения 532
Ход цикла 532
Учитывайте при программировании! 533
Параметры цикла 533
19.4 Измерение длины инструмента (цикл 31 или 481, DIN/ISO: G481) 534
Ход цикла 534
Учитывайте при программировании! 535
Параметры цикла 535
19.5 Измерение радиуса инструмента (цикл 32 или 482, DIN/ISO: G482) 536
Ход цикла 536
Учитывайте при программировании! 536
Параметры цикла 537
19.6 Полное измерение инструмента (цикл 33 или 483, DIN/ISO: G483) 538
Ход цикла 538
Учитывайте при программировании! 538
Параметры цикла 539

1

Основы / Обзор

1.1 Введение

Часто повторяющиеся операции обработки, охватывающие несколько шагов обработки, сохраняются в системе ЧПУ в виде циклов. Преобразование координат и некоторые специальные функции также доступны в виде циклов.

Большинство циклов обработки используют Q-параметры в качестве параметров передачи. Параметры с одинаковой функцией, используемые ЧПУ в разных циклах, имеют всегда одни и те же номера: например, **Q200** - это всегда безопасное расстояние, а **Q202** - глубина врезания и т.п.

Осторожно, опасность столкновения!

Циклы обработки, при необходимости, выполняют обработку обширных областей. Из соображений безопасности следует провести графический тест программы перед отработкой!

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. В таком случае следует определить параметр цикла (например, **Q210**) напрямую.

Если в циклах обработки с номерами больше 200 определяется параметр подачи, то с помощью Softkey вместо числового значения в **TOOL CALL**-кадре можно присваивать также определенное значение подачи (Softkey FAUTO). В зависимости от конкретного цикла и функции параметра подачи, существуют альтернативные подачи **FMAX** (ускоренный ход), **FZ** (подача на зуб) и **FU** (подача на оборот).

Обращайте внимание на то, что изменение подачи **FAUTO** не действует после определения цикла, так как система ЧПУ при обработке определения цикла всегда присваивает значение подачи из **TOOL CALL**-кадра.

Если вы хотите удалить цикл с несколькими подкадрами, система ЧПУ отобразит сообщение о том, нужно ли удалять этот цикл полностью.

1.2 Доступные группы циклов

Обзор циклов обработки

CYCL DEF

▶ Панель Softkey показывает различные группы циклов

Группы циклов	Softkey	Стр.
Циклы глубокого сверления, развертывания, расточки, зенковки	BOHREN/ GEWINDE	Стр. 72
Циклы нарезания внутренней и внешней резьбы, резьбофрезерования	BOHREN/ GEWINDE	Стр. 106
Циклы фрезерования карманов, цапф и пазов	TASCHEN/ ZAPFEN/ NUTEN	Стр. 144
Циклы для выполнения точечных рисунков, например, окружностей отверстий или перфорированных поверхностей	PUNKTE- MUSTER	Стр. 182
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	Стр. 194
Циклы построчной обработки плоских или сложных поверхностей	ABZEILEN	Стр. 272
Циклы преобразования координат, позволяющие смещать, поворачивать, зеркально отображать, увеличивать и уменьшать любые контуры	KOORD.- UMRECHN.	Стр. 290
Специальные циклы время выдержки, вызов программы, ориентация шпинделя, допуск, гравировка, точение с интерполяцией (опция)	SONDER- ZYKLEN	Стр. 320

▷

▶ При необходимости переключитесь дальше в уникальные для данного станка циклы. Подобные циклы могут быть интегрированы производителем станка.

Обзор циклов измерительных щупов

TOUCH PROBE

▶ Панель Softkey показывает различные группы циклов

Группы циклов	Softkey	Страница
Циклы автоматического определения и компенсации смещения заготовки		Стр. 348
Циклы автоматической привязки		Стр. 370
Циклы автоматической проверки заготовки		Стр. 428
Циклы калибровки, специальные циклы	SONDER-ZYKLEN	Стр. 478
Циклы автоматического измерения кинематики	KINEMATIK	Стр. 494
Циклы автоматического измерения инструмента (активируются производителем станка)		Стр. 526

▷

▶ При необходимости переключитесь дальше в уникальные для данного станка циклы. Подобные циклы могут быть интегрированы производителем станка.

2

Применение циклов обработки

2.1 Работа с циклами обработки

Общие указания

При считывании NC-программ со старых систем ЧПУ или созданных удаленно, например, с помощью CAM-системы или ASCI-редактора, обращайте внимание на следующее:

- Циклы обработки и циклы измерительных щупов с номерами **меньше** 200:
  - В старых версиях программного обеспечения и старых системах ЧПУ в языке диалога используются текстовые последовательности, которые не всегда правильно интерпретируются современным iTNC-редактором. Следите за тем, чтобы тексты цикла не заканчивались точкой.
- Циклы обработки и циклы измерительных щупов с номерами **больше** 200:
  - Обозначайте конец строки тильдой (~). Последний параметр цикла не должен оканчиваться тильдой.
  - Названия циклов и комментарии вводить не обязательно. При считывании в систему управления iTNC дополняет имена циклов и комментарии в соответствии с заданным языком диалогов.

Циклы станка

Многие станки имеют циклы, внедренные в систему ЧПУ производителем станка, в дополнение к циклам HEIDENHAIN. Для них предлагается отдельный диапазон номеров циклов:

- Циклы с 300 по 399
  Специфические для станка циклы, определяемые клавишей CYCLE DEF
- Циклы с 500 по 599
  Циклы станка для измерительных щупов, определяемые клавишей TOUCH PROBE в программе

Внимательно прочтите соответствующее описание функции в руководстве по эксплуатации станка.

Иногда в циклах станка также используются параметры передачи, которые уже применялись фирмой HEIDENHAIN в стандартных циклах. Чтобы избежать проблем, связанных с многократной перезаписью используемых параметров передачи при одновременном использовании DEF-активных циклов (циклов, автоматически отрабатываемых ЧПУ при определении цикла смотри также „Вызов циклов” на странице 49) и CALL-активных циклов (циклов, вызываемых для отработки смотри также „Вызов циклов” на странице 49), 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 многофункциональных клавиш Softkey

- Панель Softkey показывает различные группы циклов
- Выберите группу циклов, например, циклы сверления
- Система ЧПУ откроет диалог и запросит все необходимые значения; одновременно ЧПУ отображает в правой части экрана график, в котором выделены вводимые параметры.
- Введите все запрашиваемые системой ЧПУ параметры, каждый раз подтверждая ввод кнопкой ENT
- Система ЧПУ закончит диалог после того, как все необходимые данные будут введены

Определение цикла при помощи функции GOTO

- На панели клавиш Softkey отображены различные группы циклов
- Система ЧПУ показывает в окне обзор циклов
- Выберите с помощью клавиш со стрелками желаемый цикл или
- Выберите с помощью CTRL + клавиша со стрелкой (перелистывание страниц) желаемый цикл или
- Введите номер цикла и подтвердите клавишей ENT. Система ЧПУ откроет диалоговое окно цикла, как было описано выше.

Примеры NC-кадров

```
7 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q201=3     ;ГЛУБИНА
      Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q210=0     ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ
      Q203=+0    ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2. БЕЗОП. РАССТ.
      Q211=0.25  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
```

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. Эти циклы вызывать запрещено:

- циклы 220 Группа отверстий на окружности и 221 Группа отверстий на прямых
- SL-цикл 14 КОНТУР
- SL-цикл 20 ДАННЫЕ КОНТУРА
- цикл 32 ДОПУСК
- циклы преобразования координат
- цикл 9 ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ
- все циклы измерительных щупов

Все остальные циклы можно вызывать при помощи функций, описанных ниже.

Вызов цикла функцией CYCL CALL

Функция **CYCL CALL** вызывает определенный в последний раз 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 с помощью CYCL CALL PAT

Функция **CYCL CALL PAT** вызывает определенный в последний раз цикл обработки во всех позициях, которые были определены при задании образца PATTERN DEF (смотри „Определение образца PATTERN DEF” на странице 57) или в таблице точек (смотри „Таблицы точек” на странице 65).

Вызов цикла с помощью CYCL CALL POS

Функция **CYCL CALL POS** однократно вызывает последний заданный цикл обработки. Начальной точкой цикла является позиция, задаваемая вами в кадре **CYCL CALL POS**.

Система ЧПУ осуществляет подвод к позиции, указанной в **CYCL CALL POS**-кадре с логикой позиционирования:

- Если актуальная позиция инструмента на оси инструмента выше верхней грани обрабатываемой детали (Q203), то ЧПУ производит позиционирование сначала в плоскости обработки в программируемую позицию, а затем по оси инструмента
- Если актуальная позиция инструмента по оси инструмента лежит ниже верхней грани обрабатываемой детали (Q203), ЧПУ производит позиционирование сначала по оси инструмента на безопасном расстоянии, а затем в плоскости обработки в программируемую позицию

В **CYCL CALL POS**-кадре должны программироваться всегда три оси координат. С помощью координат на оси инструмента можно легко изменить позицию старта. Она действует как дополнительное смещение нулевой точки.

Определенная в кадре **CYCL CALL POS** подача действует только для подвода инструмента к запрограммированной в этом кадре позиции старта.

Система ЧПУ выполняет подвод к позиции, заданной в **CYCL CALL POS**-кадре, всегда с неактивной коррекцией радиуса (R0).

Если с помощью **CYCL CALL POS** вызывается цикл, в котором запрограммирована позиция старта (например, цикл 212), то заданная в цикле позиция действует как дополнительное смещение по отношению к позиции, заданной в **CYCL CALL POS**-кадре. Поэтому, позицию старта в цикле всегда следует задавать равной 0.

Вызов цикла с помощью M99/M89

Функция **M99**, действующая покадрово, однократно вызывает последний заданный цикл обработки. **M99** можно программировать в конце кадра позиционирования, ЧПУ затем выполняет перемещение в эту позицию, вызывая последний заданный цикл обработки.

Если система ЧПУ должна автоматически выполнить цикл после каждого кадра позиционирования, то вызов цикла программируется с помощью **M89** (в зависимости от машинного параметра 7440).

Чтобы отменить действие **M89**, надо запрограммировать:

- **M99** в том кадре позиционирования, в котором осуществляется подвод к последней точке старта или
- кадр **CYCL CALL POS** или
- новый цикл обработки с помощь **CYCL DEF**

Работа с дополнительными осями U/V/W

ЧПУ выполняет подвод по той оси, которую вы определили в кадре TOOL CALL в качестве оси шпинделя. Движения в плоскости обработки система ЧПУ выполняет только по главным осям X, Y или Z. Исключения:

- Непосредственное программирование дополнительных осей для длины боковой стороны в цикле 3 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПАЗОВ и в цикле 4 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ.
- Программирование в SL-циклах дополнительных осей в первом кадре подпрограммы контура
- В случае циклов 5 (КРУГЛЫЙ КАРМАН), 251 (ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН), 252 (КРУГЛЫЙ КАРМАН), 253 (КАНАВКА) и 254 (КРУГЛАЯ КАНАВКА) система ЧПУ отрабатывает цикл в тех осях, которые были запрограммированы в последнем кадре позиционирования перед вызовом данного цикла. При активной оси инструмента Z допускаются следующие комбинации:
  - X/Y
  - X/V
  - U/Y
  - U/V

2.2 Стандартные значения программы для циклов обработки

Обзор

Все циклы с 20 по 25 и с номерами больше 200 часто используют одинаковые значения параметров, такие как, например, Безопасное расстояние **Q200**, которое необходимо задавать при каждом определении цикла. При помощи функции **GLOBAL DEF** у вас есть возможность определить эти параметры циклов в начале программы так, что они будут действовать глобально для всех циклов обработки в программе. В соответствующем цикле обработки оператор делает только ссылку на значение, которое было определено в начале программы.

Существуют следующие GLOBAL DEF-функции:

Образцы обработки	Softkey	Стр.
GLOBAL DEF ОБЩИЕ Определение общедействительных параметров циклов	100 GLOBAL DEF ALLGEMEIN	Стр. 54
GLOBAL DEF СВЕРЛЕНИЕ Определение специальных параметров циклов сверления	105 GLOBAL DEF BOHREN	Стр. 54
GLOBAL DEF ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНА Определение специальных параметров циклов фрезерования карманов	110 GLOBAL DEF TASCHENFR.	Стр. 55
GLOBAL DEF ФРЕЗЕРОВАНИЕ КОНТУРА Определение специальных параметров фрезерования контура	111 GLOBAL DEF KONTURFR.	Стр. 55
GLOBAL DEF ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ Определение поведения при позиционировании при **CYCL CALL PAT**	125 GLOBAL DEF POSITION.	Стр. 55
GLOBAL DEF ОЩУПЫВАНИЕ Определение специальных параметров циклов ощупывания	120 GLOBAL DEF ANTASTEN	Стр. 56

С помощью функции ДОБАВИТЬ СМАРТ ЮНИТ (смотри руководство пользователя Диалог открытым текстом, глава Специальные функции) вы можете добавить все функции GLOBAL DEF одним блоком с помощью **UNIT 700**.

Ввод GLOBAL DEF

▶ Выберите режим работы "Программирование/редактирование"

SPEC FCT

▶ Выберите специальные функции

PROGRAMM VORGABEN

▶ Выберите функции стандартных значений программы

GLOBAL DEF

▶ Выберите функцию **GLOBAL DEF**

100 GLOBAL DEF ALLGEMEIN

▶ Выберите желаемую функцию GLOBAL-DEF, например, **GLOBAL DEF ОБЩИЕ**

▶ Введите необходимые данные, каждый раз подтверждая ввод кнопкой ENT

Использование данных GLOBAL DEF

Если в начале программы были введены соответствующие функции GLOBAL DEF, то при определении произвольного цикла обработки можно делать ссылку на глобальные параметры.

Это делается следующим образом:

▶ Выберите режим работы "Программирование/редактирование"

CYCL DEF

▶ Выберите циклы обработки

BOHREN/ GEWINDE

▶ Выберите желаемую группу циклов, например, цикл сверления

200

▶ Выберите желаемый цикл, например, **СВЕРЛЕНИЕ**

▶ TNC покажет Softkey НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТНОГО ЗНАЧЕНИЯ, если для этого есть глобальный параметр

STANDARD-WERT SETZEN

▶ Нажмите Softkey НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТНОГО ЗНАЧЕНИЯ: ЧПУ запишет слово **PREDEF** (англ.: предварительно определенный) в определении цикла. Таким образом создается связь с соответствующим параметром **GLOBAL DEF**, определенным в начале программы

Осторожно, опасность столкновения!

Следует учитывать, что изменения настроек программы могут значительно повлиять на программу обработки и тем самым изменить выполнение обработки.

Если в цикле обработки было введено жесткое значение, то это значение не изменяется функциями **GLOBAL DEF**.

Общедействительные глобальные параметры

- **Безопасное расстояние**: расстояние между торцом инструмента и поверхностью обрабатываемой детали при автоматическом подводе к позиции старта цикла по оси инструмента
- **2-ое безопасное расстояние**: позиция, на которую ЧПУ позиционирует инструмент в конце шага обработки. На этой высоте выполняется подвод к следующей позиции обработки в плоскости обработки
- **F позиционирования**: подача, с которой система ЧПУ перемещает инструмент в цикле
- **F возврата**: подача, с которой ЧПУ перемещает инструмент назад

Параметры действуют для всех циклов обработки 2xx.

Глобальные параметры обработки сверлением

- **Возврат ломка стружки**: величина, на которую ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки
- **Выдержка времени внизу**: время в секундах, на которое инструмент задерживается на дне отверстия
- **Выдержка времени вверху**: время в секундах, на которое инструмент задерживается на безопасном расстоянии

Параметры действуют для циклов сверления, нарезания резьбы и резьбофрезерования с 200 по 209, 240 и с 262 по 267.

Глобальные параметры обработки фрезерованием с циклами карманов 25x

- **Коэффициент перекрытия**: радиус инструмента, умноженный на коэффициент перекрытия, дает подвод со стороны
- **Вид фрезерования**: попутное/встречное
- **Вид врезания**: по винтовой линии, маятниковым движением или перпендикулярно в материал

Параметры действуют для циклов фрезерования с 251 по 257.

Глобальные параметры обработки фрезерованием с циклами контуров

- **Безопасное расстояние**: расстояние между торцом инструмента и поверхностью обрабатываемой детали при автоматическом подводе к позиции старта цикла по оси инструмента
- **Безопасная высота**: абсолютная высота, на которой не может произойти столкновение с заготовкой (для промежуточного позиционирования и возврата в конце цикла)
- **Коэффициент перекрытия**: радиус инструмента, умноженный на коэффициент перекрытия, дает подвод со стороны
- **Вид фрезерования**: попутное/встречное

Параметры действуют для циклов SL 20, 22, 23, 24 и 25.

Глобальные параметры поведения при позиционировании

- **Поведение при позиционировании**: возврат по оси инструмента в конце шага обработки: отвод на 2-ое безопасное расстояние или на позицию в начале юнита

Параметры действуют для всех циклов обработки, если цикл вызывается с помощью функции **CYCL CALL PAT**.

Глобальные параметры функций ощупывания

- **Безопасное расстояние**: расстояние между щупом и поверхностью обрабатываемой детали при автоматическом подводе к позиции ощупывания
- **Безопасная высота**: координата по оси щупа, на которой TNC перемещает измерительный щуп между точками измерения, если опция **отвод на безопасную высоту** является активной
- **Переход на безопасную высоту**: выберите, должен ли щуп между измерениями подниматься на безопасное расстояние или перемещаться на безопасную высоту

Параметр действует для всех циклов измерительных щупов 4xx.

2.3 Определение образца PATTERN DEF

Применение

С помощью функции **PATTERN DEF** простым способом определяются часто повторяющиеся образцы обработки, которые можно вызывать с помощью функции **CYCL CALL PAT**. Как и при определении циклов, для определения образцов также существует вспомогательная графика, изображающая соответствующие параметры ввода.

Используйте **PATTERN DEF** только в комбинации с осью инструмента Z!

Существуют следующие образцы обработки:

Образцы обработки	Клавиша Softkey	Страница
ТОЧКА Определение вплоть до 9 произвольных позиций обработки	PUNKT	Стр. 59
РЯД Определение отдельного ряда, прямого или развернутого	REIHE	Стр. 60
ОБРАЗЕЦ Определение отдельного образца, прямого, развернутого или искаженного	MUSTER	Стр. 61
РАМКА Определение отдельной рамки, прямой, развернутой или искаженной	RAHMEN	Стр. 62
ОКРУЖНОСТЬ Определение полного круга	KREIS	Стр. 63
СЕГМЕНТ ОКРУЖНОСТИ Определение сегмента окружности	TEILKREIS	Стр. 64

Ввод PATTERN DEF

- Выберите режим работы "Программирование/редактирование"

- Выберите специальные функции

- Выберите функции обработки контура и точек

- Откройте кадр **PATTERN DEF**

- Выберите желаемый образец обработки, например, ряд
- Введите необходимые данные, каждый раз подтверждая ввод клавишей ENT

Использование PATTERN DEF

После задания образца его можно вызывать с помощью функции **CYCL CALL PAT** (смотри „Вызов цикла с помощью CYCL CALL PAT” на странице 49). ЧПУ выполняет определенный в последний раз цикл обработки для определенного Вами образца обработки.

Образец обработки остается активным до определения нового цикла или до выбора таблицы точек с помощью функции **SEL TABEL**.

При помощи поиска кадра можно выбрать любую точку, с которой начнется или продолжится обработка (см. Руководство пользователя, глава Тест программы и выполнение программы).

Определение отдельных позиций обработки

Можно ввести максимум 9 позиций обработки, ввод необходимо каждый раз подтверждать клавишей ENT.

Если определяется **поверхность заготовки в Z** не равная 0, то это значение действует дополнительно до поверхности заготовки **Q203**, определенной в цикле обработки.

- **X-координата позиции обраб.** (абсолютная): введите координату X-
- **Y-координата позиции обраб.** (абсолютная): введите координату Y-
- **Координата поверхности заготовки** (абсолютная): введите координату Z, в которой должна начинаться обработка-

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX

11 PATTERN DEF
POS1 (X+25 Y+33,5 Z+0)
POS2 (X+50 Y+75 Z+0)
```

Определение отдельного ряда

Если определяется **поверхность заготовки в Z** не равная 0, то это значение действует дополнительно до поверхности заготовки **Q203**, определенной в цикле обработки.

- **Точка старта X** (абсолютная): координата точки старта ряда на оси X
- **Точка старта Y** (абсолютная): координата точки старта ряда на оси Y
- **Расстояние позиций обработки (в инкрементах)**: расстояние между позициями обработки. Значение может быть положительным или отрицательным
- **Количество шагов**: общее количество позиций обработки
- **Поворот всего образца (абсолютный)**: угол поворота вокруг заданной точки старта. Опорная ось: главная ось активной плоскости обработки (например, X для оси инструмента Z). Значение может быть положительным или отрицательным
- **Координата поверхности заготовки** (абсолютная): введите координату Z, в которой должна начинаться обработка

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF
ROW1 (X+25 Y+33,5 D+8 NUM5 ROT+0 Z+0)
```

Определение отдельного образца

Если определяется **поверхность заготовки в Z** не равная 0, то это значение действует дополнительно до поверхности заготовки **Q203**, определенной в цикле обработки.

Параметры **угол разворота главная ось** и **угол разворота вспомогательная ось** действуют аддитивно относительно выполненного раньше **разворота целого образца**.

- **Точка старта X** (абсолютная): координата точки старта образца на оси X
- **Точка старта Y** (абсолютная): координата точки старта образца на оси Y
- **Расстояние позиций обработки X (в инкрементах)**: Расстояние между позициями обработки в направлении X.- Значение может быть положительным или отрицательным
- **Расстояние между позициями обработки Y (в инкрементах)**: Расстояние между позициями обработки в направлении Y.- Значение может быть положительным или отрицательным
- **Количество столбцов**: общее количество столбцов образца
- **Количество строк**: общее количество строк образца
- **Разворот всего образца (абсолютный)**: угол, на который разворачивается весь образец вокруг заданной точки старта. Опорная ось: главная ось активной плоскости обработки (например, X для оси инструмента Z). Значение может быть положительным или отрицательным
- **Угол разворота главной оси**: угол разворота, на который смещается только главная ось плоскости обработки относительно заданной начальной точки. Значение может быть положительным или отрицательным.
- **Угол разворота вспомогательная ось**: угол разворота, на который смещается только вспомогательная ось плоскости обработки относительно заданной начальной точки. Значение может быть положительным или отрицательным.
- **Координата поверхности заготовки** (абсолютная): введите координату Z, в которой должна начинаться обработка-

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF
PAT1 (X+25 Y+33,5 DX+8 DY+10 NUMX5
NUMY4 ROT+0 ROTX+0 ROTY+0 Z+0)
```

Определение отдельной рамки

Если определяется **поверхность заготовки в Z** не равная 0, то это значение действует дополнительно до поверхности заготовки **Q203**, определенной в цикле обработки.

Параметры **угол разворота главная ось** и **угол разворота вспомогательная ось** действуют аддитивно относительно выполненного раньше **разворота целого образца**.

- **Точка старта X** (абсолютная): координата точки старта рамки на оси X
- **Точка старта Y** (абсолютная): координата точки старта рамки на оси Y
- **Расстояние позиций обработки X (в инкрементах)**: Расстояние между позициями обработки в направлении X.- Значение может быть положительным или отрицательным
- **Расстояние между позициями обработки Y (в инкрементах)**: Расстояние между позициями обработки в направлении Y.- Значение может быть положительным или отрицательным
- **Количество столбцов**: общее количество столбцов образца
- **Количество строк**: общее количество строк образца
- **Разворот всего образца (абсолютный)**: угол, на который разворачивается весь образец вокруг заданной начальной точки. Опорная ось: главная ось активной плоскости обработки (например, X для оси инструмента Z). Значение может быть положительным или отрицательным
- **Угол разворота главной оси**: угол разворота, на который смещается только главная ось плоскости обработки относительно заданной начальной точки. Значение может быть положительным или отрицательным.
- **Угол разворота вспомогательной оси**: угол разворота, на который смещается только вспомогательная ось плоскости обработки относительно заданной начальной точки. Значение может быть положительным или отрицательным.
- **Координата поверхности заготовки** (абсолютная): введите координату Z, в которой должна начинаться обработка-

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF
FRAME1 (X+25 Y+33,5 DX+8 DY+10 NUMX5
NUMY4 ROT+0 ROTX+0 ROTY+0 Z+0)
```

Определение полной окружности

Если определяется **поверхность заготовки в Z** не равная 0, то это значение действует дополнительно до поверхности заготовки **Q203**, определенной в цикле обработки.

- **Цент окружности из отверстий X** (абсолютная): координата центра окружности на оси X
- **Цент окружности из отверстий Y** (абсолютная): координата центра окружности на оси Y
- **Диаметр окружности из отверстий**: диаметр окружности из отверстий
- **Угол старта**: полярный угол первой позиции обработки. Опорная ось: главная ось активной плоскости обработки (например, X для оси инструмента Z). Значение может быть положительным или отрицательным
- **Количество шагов**: общее количество позиций обработки на окружности
- **Координата поверхности заготовки** (абсолютная): введите координату Z, в которой должна начинаться обработка-

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF
CIRC1 (X+25 Y+33 D80 START+45 NUM8 Z+0)
```

Определение сегмента окружности

Если определяется **поверхность заготовки в Z** не равная 0, то это значение действует дополнительно до поверхности заготовки **Q203**, определенной в цикле обработки.

- **Цент окружности из отверстий X** (абсолютная): координата центра окружности на оси X
- **Цент окружности из отверстий Y** (абсолютная): координата центра окружности на оси Y
- **Диаметр окружности из отверстий**: диаметр окружности из отверстий
- **Угол старта**: полярный угол первой позиции обработки. Опорная ось: главная ось активной плоскости обработки (например, X для оси инструмента Z). Значение может быть положительным или отрицательным
- **Шаг угла/конечный угол**: инкрементный полярный угол между двумя позициями обработки. Значение может быть положительным или отрицательным. Альтернативно можно ввести конечный угол (переключается с помощью Softkey)
- **Количество шагов**: общее количество позиций обработки на окружности
- **Координата поверхности заготовки** (абсолютная): введите координату Z, в которой должна начинаться обработка-

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF
PITCHCIRC1 (X+25 Y+33 D80 START+45 STEP
30 NUM8 Z+0)
```

2.4 Таблицы точек

Применение

Если необходимо отработать цикл или несколько циклов друг за другом на неупорядоченной группе отверстий, то составляется таблица точек.

Если используются циклы сверления, то координаты плоскости обработки в таблице точек соответствуют координатам центров отверстий. Если используются циклы фрезерования, то координаты плоскости обработки в таблице точек соответствуют координатам точки старта соответствующего цикла (например, координатам центра круглого кармана). Координаты на оси шпинделя соответствуют координате поверхности заготовки.

Ввод таблицы точек

Выберите режим работы **Программирование/Редактирование**:

PGM MGT — Вызов системы управления файлами: нажмите клавишу PGM MGT

ИМЯ ФАЙЛА?

ENT — Введите имя и тип файла таблицы точек, подтвердите клавишей ENT

MM — Выбор единицы измерения: нажмите Softkey MM или ДЮЙМЫ. ЧПУ перейдет в окно программы и отобразит пустую таблицу точек.

ZEILE EINFÜGEN — С помощью Softkey ДОБАВИТЬ СТРОКУ вставьте новую строку и введите координаты желаемого места обработки

Повторяйте эту операцию до тех пор, пока не будут введены все нужные координаты.

С помощью Softkey X ВЫКЛ/ВКЛ, Y ВЫКЛ/ВКЛ, Z ВЫКЛ/ВКЛ (вторая панель Softkey) определяется, какие координаты можно ввести в таблицу точек.

Скрытие отдельных точек для обработки

В таблице точек с помощью столбца **FADE** можно пометить точку в строке так, что при необходимости она не будет отображаться во время обработки.

↓ ↑	Выберите точку в таблице, которая должна скрываться
→	Выберите столбец FADE
ENT	Активируйте или деактивируйте
NO ENT	скрытие

Чтобы скрыть отмеченный пункт при обработке, необходимо выполнить дополнительную настройку: в режиме **Отработка программы** установить клавишу Softkey **Скрыть кадр** на ВКЛ.

Определение безопасной высоты

В столбце **CLEARANCE** вы можете определить собственную «Безопасную высоту» для каждой точки в отдельности. В этом случае перед тем, как переместиться в позицию плоскости обработки, система ЧПУ выполнит позиционирование инструмента на одноименной оси по этому значению (смотри также „Вызов цикла, используя таблицу точек” на странице 68).

Выберите таблицу точек в программе

В режиме работы Программирование/редактирование выберите программу, для которой надо активировать таблицу точек:

PGM CALL — Функция выбора таблицы точек вызывается нажатием клавиши PGM CALL

PUNKTE TABELLE — Нажмите Softkey ТАБЛИЦА ТОЧЕК

AUSWAHL FENSTER — Нажмите Softkey ВЫБОР ОКНА: система ЧПУ откроет окно, в котором можно выбрать желаемую таблицу нулевых точек

С помощью мышки или кнопок со стрелками выберите желаемую таблицу точек и подтвердите выбор кнопкой ENT: система ЧПУ введет полный путь в кадр **SEL PATTERN**

END — Закройте функцию кнопкой END

Также вы можете ввести имя таблицы или путь к вызываемой таблице напрямую с клавиатуры.

Пример NC-кадра

```
7 SEL PATTERN "TNC:\DIRKT5\NUST35.PNT"
```

Вызов цикла, используя таблицу точек

Система ЧПУ отрабатывает с **CYCL CALL PAT** последнюю определенную Вами таблицу точек (даже если вы определили таблицу точек во вложенной программе при помощи **CALL PGM**).

Если система ЧПУ должна вызвать определенный в последний раз цикл обработки в точках, которые были установлены в таблице точек, то необходимо программировать вызов цикла, используя **CYCL CALL PAT**:

CYCL CALL

- Программирование вызова цикла: нажмите клавишу CYCL CALL
- Вызов таблицы точек: нажмите Softkey CYCL CALL PAT
- Задайте подачу, с которой должно происходить перемещение между точками (перемещение с последней запрограммированной подачей **FMAX** не будет действовать без ввода данных параметров)
- При необходимости задайте дополнительную функцию M, подтвердив ввод клавишей END

ЧПУ отводит инструмент между точками старта на безопасную высоту. В качестве безопасной высоты ЧПУ использует либо координату оси шпинделя при вызове цикла, либо значение из параметра цикла Q204, либо указанное значение в столбце CLEARANCE, в зависимости от того, какое значение больше.

Если вы хотите осуществлять перемещения во время предпозиционирования по оси шпинделя на уменьшенной подаче, используйте дополнительную функцию M103.

Принцип действия таблиц точек с SL-циклами и циклом 12

Программа интерпретирует эти точки как дополнительное смещение нулевой точки.

Принцип действия таблиц точек с циклами с 200 по 208 и с 262 по 267

Программа интерпретирует точки плоскости обработки как координаты центра отверстия. Если нужно использовать определенную в таблице точек координату по оси шпинделя в качестве координаты начальной точки, то в качестве координаты верхней грани заготовки (Q203) задается 0.

Принцип действия таблиц точек с циклами с 210 по 215

Программа интерпретирует эти точки как дополнительное смещение нулевой точки. Если нужно использовать определенные в таблице точек точки в качестве координат точки старта, необходимо запрограммировать точки старта и верхнюю грань заготовки (Q203) в соответствующем цикле фрезерования равными 0.

Принцип действия таблиц точек с циклами с 251 по 254

Программа интерпретирует точки плоскости обработки как координаты начальной точки цикла. Если нужно использовать координату, определенную в таблице точек по оси шпинделя в качестве координаты начальной точки, то в качестве координаты верхней грани заготовки (Q203) задается 0.

3

Циклы обработки: сверление

3.1 Основные положения

Обзор

Система ЧПУ имеет в общей сложности 9 циклов для различных видов обработки сверлением:

Цикл	Клавиши Softkey	Стр.
240 ЦЕНТРОВКА С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние, возможность ввода диаметра/ глубины центровки		Стр. 73
200 СВЕРЛЕНИЕ С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 75
201 РАЗВЕРТЫВАНИЕ С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 77
202 РАСТОЧКА С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 79
203 УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние, ломка стружки, регрессия		Стр. 83
204 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 87
205 УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние, ломка стружки, расстояние опережения		Стр. 91
208 СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ С автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 95
241 СВЕРЛЕНИЕ ОРУЖЕЙНЫМ СВЕРЛОМ С автоматическим предпозиционированием в начальной точке на глубине, возможность задания скорости вращения и подачи СОЖ		Стр. 98

3.2 ЦЕНТРОВКА (цикл 240, DIN/ISO: G240)

Ход цикла

1. Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу **FMAX** на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя
2. Инструмент с заданной подачей **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-ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак параметра цикла **Q344** (диаметр) или **Q201** (глубина) определяет направление обработки. Если задан диаметр или глубина, равные нулю, то система ЧПУ не выполняет цикл.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 безопасное расстояние **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки; введите положительное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Выбор диаметр/глубина (1/0)** 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 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна центрования (вершина конуса центрования). 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 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999.9999 до 99999.9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999.9999 или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 240 ЦЕНТРОВКА
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q343=1     ;ВЫБОР ДИАМЕТР/ГЛУБИНА
      Q201=+0    ;ГЛУБИНА
      Q344=-9    ;ДИАМЕТР
      Q206=250   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q211=0.1   ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
      Q203=+20   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=100   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
12 CYCL CALL POS X+30 Y+20 Z+0 FMAX M3
13 CYCL CALL POS X+80 Y+50 Z+0 FMAX
```

3.3 СВЕРЛЕНИЕ (цикл 200)

Ход цикла

1. Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу **FMAX** на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя
2. Инструмент сверлит с заданной подачей **F** до первой глубины врезания
3. ЧПУ отводит инструмент с подачей **FMAX** на безопасное расстояние, выдерживает там, если так было запрограммировано, а затем с подачей **FMAX** перемещает на безопасное расстояние над точкой первого врезания на глубину
4. Затем инструмент врезается с заданной подачей F на большую глубину врезания
5. ЧПУ повторяет эту операцию (с 2 по 4) до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина сверления
6. Со дна сверления инструмент перемещается с **FMAX** на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак параметра цикла «Глубина» задает направление обработки. Если для глубины задается значение, равное 0, система ЧПУ не выполняет цикл.

Внимание, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки; введите положительное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия (вершина конуса отверстия). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q206: скорость движения инструмента при сверлении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999. 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»
- **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. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Время выдержки внизу** Q211: время в секундах, в течение которого инструмент остается на дне отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через **PREDEF**
- **ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ** Q395: выбор, куда относится указанная глубина — к вершине инструмента или к цилиндрической части инструмента. Если системе ЧПУ нужно отнести глубину к цилиндрической части инструмента, то угол вершины инструмента следует определить в столбце T-ANGLE таблицы инструментов TOOL.T.
  0 = глубина относительно вершины инструмента
  1 = глубина относительно цилиндрической части инструмента

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q201=-15   ;ГЛУБИНА
    Q206=250   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q210=0     ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ
    Q203=+20   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=100   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q211=0.1   ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
    Q395=0     ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ
12 L X+30 Y+20 FMAX M3 M99
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

3.4 РАЗВЕРТЫВАНИЕ (цикл 201, DIN/ISO: G201)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над поверхностью заготовки

2 Инструмент выполняет развертывание с заданной подачей **F** до запрограммированной глубины

3 Инструмент задерживается на дне просверленного отверстия, если это было задано

4 Затем система ЧПУ возвращает инструмент с подачей F на безопасное расстояние и, если было задано, перемещает оттуда с подачей **FMAX** на 2-е безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак параметра цикла «Глубина» задает направление обработки. Если для глубины задается значение, равное 0, система ЧПУ не выполняет цикл.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q206: скорость передвижения инструмента при развертывании 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 или через **PREDEF**
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,999
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999.9999 или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 201 РАЗВЕРТЫВАНИЕ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    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-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M9
15 L Z+100 FMAX M2
```

3.5 РАСТОЧКА (цикл 202, DIN/ISO: G202)

Ход цикла

1. Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу **FMAX** на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя
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

Учитывайте при программировании!

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак 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.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

Не забывайте, что при **вводе положительного значения «Глубина»** система автоматически меняет знак координат предварительного позиционирования. Инструмент перемещается по оси инструмента на ускоренном ходу на безопасное расстояние **ниже** поверхности заготовки!

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.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия. Диапазон ввода от -99999.9999 до 99999.9999
- **Подача на врезание** Q206: скорость передвижения инструмента при расточке 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 высверленного отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через **PREDEF**
- **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 на врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999.9999 до 99999.9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **PREDEF**

- **Направление выхода из материала (0/1/2/3/4)** Q214: определяет 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 отрицательном направлении главной оси
  2 Вывести инструмент из материала в отрицательном направлении вспомогательной оси
  3 Вывести инструмент из материала в положительном направлении главной оси
  4 осуществлять отвод инструмента в положительном направлении малой оси

- **Угол ориентации шпинделя** Q336 (абсолютный): угол, на который система ЧПУ позиционирует инструмент перед выходом из материала. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000

Пример:

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 202 РАСТОЧКА
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      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-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
      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
```

3.6 УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 203, DIN/ISO: G203)

Ход цикла

1. Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над поверхностью заготовки
2. Инструмент сверлит с заданной подачей **F** до первой глубины врезания
3. Если задана ломка стружки, система 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 подачей на оставшуюся глубину врезания. Глубина врезания уменьшается с каждым подводом на количество снятия материала, если это задано
5. ЧПУ повторяет эту операцию (2-4) 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**

Учитывайте при программировании!

Программируйте кадр позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией на радиус **R0**.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия (вершина конуса отверстия). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q206: скорость передвижения инструмента при сверлении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999. 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
  - «Глубина врезания» больше «Глубины» и одновременно не задана ломка стружки
- **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. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Количество снимаемого материала** Q212 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ уменьшает глубину врезания Q202 после каждого врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Кол-во ломки 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. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Минимальная глубина врезания** Q205 (в инкрементах): если введено количество снимаемого материала, ЧПУ ограничивает врезание на заданное в Q205 значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Время выдержки внизу** Q211: время в секундах, в течение которого инструмент остается на дне отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через **PREDEF**
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Отвод при ломке стружки** Q256 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки. Диапазон ввода от 0,1000 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ** Q395: выбор, куда относится указанная глубина — к вершине инструмента или к цилиндрической части инструмента. Если системе ЧПУ нужно отнести глубину к цилиндрической части инструмента, то угол вершины инструмента следует определить в столбце T-ANGLE таблицы инструментов TOOL.T.
  0 = глубина относительно вершины инструмента
  1 = глубина относительно цилиндрической части инструмента

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 203 УНИВЕРСАЛЬНОЕ
СВЕРЛЕНИЕ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q201=-20   ;ГЛУБИНА
    Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q210=0     ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ
    Q203=+20   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    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
    Q395=0     ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ
```

3.7 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ (цикл 204, DIN/ISO: G204)

Ход цикла

С помощью этого цикла выполняются углубления на нижней стороне заготовки.

1 Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу **FMAX** на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя

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 с подачей 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 смещается на размер эксцентрика

6 Затем ЧПУ перемещает инструмент с подачей обратного хода на безопасное расстояние и оттуда, если было задано, с **FMAX** на 2-е безопасное расстояние.

Учитывайте при программировании!

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

Цикл работает только с обратными борштангами.

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак числа параметра цикла Глубина определяет направление обработки при зенкеровании. Внимание: если перед числом стоит 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.

Цикл 204 можно отрабатывать также с **M04**, если перед вызовом цикла вы запрограммируете **M04** вместо **M03**.

Внимание, 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.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина зенковки** Q249 (в инкрементах): расстояние от нижней грани детали до дна зенковки. Положительный знак перед значением задает зенкерование в положительном направлении оси шпинделя. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Толщина материала** Q250 (в инкрементах): толщина заготовки. Диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999
- **Размер эксцентрика** Q251 (в инкрементах): размер эксцентрика борштанги; берется из списка данных инструмента. Диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999
- **Высота режущей кромки** Q252 (в инкрементах): расстояние от нижней кромки борштанги до главной режущей кромки; берется из списка данных инструмента. Диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Подача зенкерования** Q254: скорость передвижения инструмента при зенковке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Время выдержки** Q255: время выдержки на дне углубления. Диапазон ввода от 0 до 3600,000

- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода -от 99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **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 отрицательном направлении главной оси

  2 Вывести инструмент из материала в отрицательном направлении вспомогательной оси

  3 Вывести инструмент из материала в положительном направлении главной оси

  4 осуществлять отвод инструмента в положительном направлении малой оси
- **Угол ориентации шпинделя** Q336 (абсолютный): угол, на который система ЧПУ позиционирует инструмент перед врезанием в материал и перед выходом из материала. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 204 РАСТОЧКА ОБРАТНЫМ ХОДОМ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q249=+5    ;ГЛУБИНА ЗЕНКОВАНИЯ
    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-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q214=1     ;НАПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДА
    Q336=0     ;УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
```

3.8 УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 205, DIN/ISO: G205)

Ход цикла

1. Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над поверхностью заготовки
2. Если введенная точка старта находится на глубине, то система ЧПУ производит перемещение с заданной подачей позиционирования на безопасное расстояние над находящейся в глубине точкой старта
3. Инструмент сверлит с заданной подачей **F** до первой глубины врезания
4. 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
5. Затем инструмент сверлит с заданной подачей на оставшуюся глубину врезания. Глубина врезания уменьшается с каждым подводом на количество снятия материала, если это задано
6. ЧПУ повторяет эту операцию (2-4) 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**

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Если введенное значение **Q258** не равно значению **Q259**, то система ЧПУ равномерно изменяет расстояние опережения между первым и последним врезанием.

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.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия (вершина конуса отверстия). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q206: скорость движения инструмента при сверлении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999. 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. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Количество снимаемого материала** Q212 (в инкрементах): значение, на которое система ЧПУ уменьшает глубину подвода Q202 после каждого подвода. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальная глубина врезания** Q205 (в инкрементах): если введено количество снимаемого материала, ЧПУ ограничивает врезание на заданное в Q205 значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Глубина сверления до ломки стружки** Q257 (в инкрементах): врезание, после которого система ЧПУ производит ломку стружки. Если введен 0, ломка стружки не производится. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Отвод при ломке стружки** Q256 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки. Система ЧПУ производит отвод с подачей 3000 мм/мин. Диапазон ввода от 0,1000 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Время выдержки внизу** Q211: время в секундах, в течение которого инструмент остается на дне отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через **PREDEF**
- **Углубленная точка старта** Q379 (в инкрементах, относительно поверхности заготовки): начальная точка 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 начальную точку на глубине. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **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 Q207. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ** Q395: выбор, куда относится указанная глубина — к вершине инструмента или к цилиндрической части инструмента. Если системе ЧПУ нужно отнести глубину к цилиндрической части инструмента, то угол вершины инструмента следует определить в столбце T-ANGLE таблицы инструментов TOOL.T.
  0 = глубина относительно вершины инструмента
  1 = глубина относительно цилиндрической части инструмента

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 205 УНИВЕРСАЛЬНОЕ
ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q201=-80   ;ГЛУБИНА
    Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q202=15    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q203=+100  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    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.
    Q208=99999 ;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
    Q395=0     ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ
```

3.9 СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 208)

Ход цикла

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 подачей **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**

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак 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.

Учтите, что при слишком большом врезании можно повредить как инструмент, так и заготовку.

Во избежание ввода очень большого врезания, следует записать в таблицы инструментов в графе **ANGLE** максимальное значение угла врезания инструмента. Тогда система ЧПУ автоматически рассчитает максимально допустимое врезание и, при необходимости, будет изменять введенное значение.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от нижней грани инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость передвижения инструмента при сверлении по спиральной линии в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Врезание на один виток спирали** Q334 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз врезается по спирали (=360°). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Заданный диаметр** Q335 (абсолютный): диаметр отверстия. Если внутренний диаметр отверстия задан равным диаметру инструмента, система ЧПУ производит сверление без спиральной интерполяции, сразу на заданную глубину. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием с М3
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  PREDEF = используйте стандартную величину из **GLOBAL DEF**

Пример: NC-кадры

```
12 CYCL DEF 208 СВЕРЛЕНИЕ И
ФРЕЗЕРОВАНИЕ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q201=-80   ;ГЛУБИНА
    Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q334=1.5   ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q203=+100  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q335=25    ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q342=0     ;ДИАМЕТР ЧЕРНОВОГО
                СВЕРЛА
    Q351=+1    ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

3.10 СВЕРЛЕНИЕ ОРУЖЕЙНЫМ СВЕРЛОМ (цикл 241, DIN/ISO: G241)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над поверхностью заготовки

2 Потом система ЧПУ перемещает инструмент с заданной подачей позиционирования на безопасное расстояние над углубленной точкой старта и включает там частоту вращения при сверлении при помощи **M3**, а также подачу СОЖ Система ЧПУ выполняет подвод, вращая шпиндель в направлении, которое было задано в цикле, по часовой стрелке, против часовой стрелки или без вращения

3 Инструмент сверлит с заданной подачей **F** до запрограммированной глубины сверления или до глубины выдержки, если она задана

4 Инструмент задерживается на дне просверленного отверстия, если это было задано. В конце система ЧПУ выключает подачу СОЖ и устанавливает скорость вращения шпинделя, равной заданному значению отвода

5 Со дна отверстия инструмент отводится после выдержки с подачей обратного хода на безопасное расстояние. Если было задано 2-е безопасное расстояние, ЧПУ перемещает туда инструмент с **FMAX**

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак параметра цикла «Глубина» задает направление обработки. Если для глубины задается значение, равное 0, система ЧПУ не выполняет цикл.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q206: скорость передвижения инструмента при сверлении 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 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Углубленная начальная точка** Q379 (в инкрементах, относительно поверхности заготовки): начальная точка обработки сверлением. ЧПУ производит перемещение с **подачей предварительного позиционирования** с безопасного расстояния в начальную точку на глубине. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при позиционировании с безопасного расстояния в углубленную начальную точку в мм/мин. Активна, только если значение Q379 не равно 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Подача обратного хода** Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в мм/мин. Если задается значение Q208=0, ЧПУ отводит инструмент с подачей, заданной параметром Q206. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

- **Напр. вращ. при вх/вых. (3/4/5)** Q426: направление вращения инструмента при входе и выходе из отверстия. Диапазон ввода:
  3: вращение шпинделя при помощи M3
  4: вращение шпинделя при помощи M4
  5: перемещаться с выключенным шпинделем
- **Скорость вращения шпинделя при вх/вых.** Q427: скорость вращения инструмента при входе и выходе из отверстия. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Скорость сверления** Q428: скорость сверления инструмента. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **M-Fkt. СОЖ ВКЛ** Q429: дополнительная M-функция для включения подачи СОЖ. Система ЧПУ включает подачу СОЖ, если инструмент находится в отверстии в углубленной начальной точке. Диапазон ввода от 0 до 999
- **M-Fkt. СОЖ ВЫКЛ** Q430: дополнительная M-функция для выключения подачи СОЖ. Система ЧПУ выключает подачу СОЖ, если инструмент достиг глубины сверления. Диапазон ввода от 0 до 999
- **Глубина выдержки** Q435 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой инструмент должен задержаться. При вводе 0 функция не активна (по умолчанию). Назначение: при изготовлении сплошных отверстий некоторым инструментам требуется небольшое время задержки перед выходом из отверстия на дне для вывода стружки на поверхность. Задайте значение меньше глубины сверления Q201, диапазон ввода от 0 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
11 CYCL DEF 241 СВЕРЛЕНИЕ ОРУЖ.
СВЕРЛОМ
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q201=-80   ;ГЛУБИНА
    Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q211=0.25  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
    Q203=+100  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q379=7.5   ;ТОЧКА СТАРТА
    Q253=750   ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q208=1000  ;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
    Q426=3     ;НАПР. ВРАЩ. ШПИНДЕЛЯ
    Q427=25    ;СКОР. ВРАЩ. ВХ./ВЫХ.
    Q428=500   ;СКОРОСТЬ СВЕРЛЕНИЯ
    Q429=8     ;СОЖ ВКЛ.
    Q430=9     ;СОЖ ВЫКЛ.
    Q435=0     ;ГЛУБИНА ВЫДЕРЖКИ
```

3.11 Примеры программ

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 (радиус инструмента 3)
4 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
5 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение параметров цикла
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q201=-15 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;F-ВРЕМЯ НАВЕРХУ	
Q203=-10 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=20 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
Q211=0,2 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q395=0 ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ	

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	Отвод инструмента, конец программы
12 END PGM C200 MM	

Пример: использование циклов сверления с PATTERN DEF

Координаты сверления сохраняются в определении заготовки **PATTERN DEF POS** и вызываются при помощи **CYCL CALL PAT**.

Радиусы инструментов выбраны так, что все рабочие шаги видны на тестовой графике.

Выполнение программы

- Центровка (радиус инструмента 4)
- Сверление (радиус инструмента 2.4)
- Нарезание резьбы (радиус инструмента 3)

0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Определение заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Вызов инструмента, центр. сверло (радиус 4)
4 L Z+10 R0 F5000	Подвод инструмента на безопасную высоту (запрограммируйте значение для F), ЧПУ выполняет позиционирование на безопасную высоту после каждого цикла
5 PATTERN DEF	Определение всех точек сверления группы отверстий
POS1(X+10 Y+10 Z+0)	
POS2(X+40 Y+30 Z+0)	
POS3(X+20 Y+55 Z+0)	
POS4(X+10 Y+90 Z+0)	
POS5(X+90 Y+90 Z+0)	
POS6(X+80 Y+65 Z+0)	
POS7(X+80 Y+30 Z+0)	
POS8(X+90 Y+10 Z+0)	

6 CYCL DEF 240 ЦЕНТРОВКА	Определение цикла центровка
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q343=0 ;ВЫБОР ГЛУБИНА/ДИАМЕТР	
Q201=-2 ;ГЛУБИНА	
Q344=-10 ;ДИАМЕТР	
Q206=150 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q211=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
7 CYCL CALL PAT F5000 M13	Вызов цикла с различными точками старта
8 L Z+100 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала, смена инструмента
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Вызов инструмента, сверло (радиус 2,4)
10 L Z+10 R0 F5000	Перемещение инструмента на безопасную высоту (F программировать со значением)
11 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла сверления
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q201=-25 ;ГЛУБИНА	
Q206=150 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
Q211=0,2 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q395=0 ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ	
12 CYCL CALL PAT F5000 M13	Вызов цикла с различными точками старта
13 L Z+100 R0 FMAX	Отвод инструмента
14 TOOL CALL 3 Z S200	Вызов инструмента, метчик (радиус 3)
15 L Z+50 R0 FMAX	Перемещение инструмента на безопасную высоту
16 CYCL DEF 206 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, НОВИНКА	Определение цикла нарезания резьбы
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q201=-25 ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ	
Q206=150 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q211=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
17 CYCL CALL PAT F5000 M13	Вызов цикла с различными точками старта
18 L Z+100 R0 FMAX M2	Отвод инструмента, конец программы
19 END PGM 1 MM	

4

Циклы обработки: «Нарезание резьбы»/ «Резьбофрезерова-ние»

4.1 Основные положения

Обзор

Система ЧПУ имеет в общей сложности 8 циклов нарезания резьбы:

Цикл	Клавиши Softkey	Стр.
206 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, НОВИНКА С компенсатором, с автоматическим предпозиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 107
207 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ GS, НОВИНКА Без компенсатора, с автоматическим предварительным позиционированием, 2-ое безопасное расстояние		Стр. 110
209 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ Без компенсатора, с автоматическим предварительным позиционированием, 2-ое безопасное расстояние, ломка стружки		Стр. 113
262 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ Цикл для фрезерования резьбы в предварительно рассверленном материале		Стр. 120
263 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ Цикл для фрезерования резьбы с получением зенкерной фаски в предварительно рассверленном материале		Стр. 123
264 СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ Цикл для сверления предварительно нерассверленного материала и последующим фрезерованием резьбы с помощью одного инструмента		Стр. 127
265 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ Цикл для фрезерования резьбы в предварительно не рассверленном материале		Стр. 131
267 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ Цикл для фрезерования внешней резьбы с получением зенкерной фаски		Стр. 131

4.2 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, с компенсатором, НОВИНКА (цикл 206, DIN/ISO: G206)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте 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

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования начальная точка (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки на радиус **R0**.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система 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 не активен. Активность потенциометра подачи ограничена (установка фирмы-изготовителя, внимательно прочитайте инструкцию по обслуживанию станка).

Для правой резьбы активируйте шпиндель с помощью **M3**, для левой резьбы - с помощью **M4**.

Если в столбце **PITCH** таблицы инструментов вы указываете шаг резьбы метчика, система ЧПУ сравнивает шаг резьбы из таблицы инструментов с шагом резьбы, определенным в цикле. При несовпадении значений система ЧПУ выдает сообщение об ошибке. В цикле 206 система ЧПУ рассчитывает шаг резьбы на основании запрограммированной частоты вращения и определенной в цикле подачи.

Внимание, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (начальная позиция) до поверхности заготовки; ориентировочное значение: 4x шаг резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина сверления** Q201 (длина резьбы, в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до конца резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача F** Q206: скорость перемещения инструмента при нарезании внутренней резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FAUTO**
- **Время выдержки внизу** Q211: введите значение между 0 и 0,5 секунды, чтобы избежать заклинивания инструмента во время обратного хода. Диапазон ввода от 0 до 3600.0000 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Установите подачу: F = S x p

F: подача (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 Stopp, 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     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q201=-20   ;ГЛУБИНА
      Q206=150   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q211=0.25  ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ
      Q203=+25   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
```

4.3 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ без компенсатора GS, НОВИНКА (цикл 207, DIN/ISO: G207)

Ход цикла

Система ЧПУ нарезает резьбу либо за один, либо за несколько рабочих ходов без линейного компенсатора.

1. Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте 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 останавливает шпиндель

Учитывайте при программировании!

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса **R0** .

Знак параметра Глубина сверления задает направление обработки.

Система ЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от скорости вращения. Если во время нарезания внутренней резьбы при помощи потенциометра изменяется величина подачи, ЧПУ автоматически согласует число оборотов.

Потенциометр корректировки подачи не активен.

В конце цикла шпиндель перестает вращаться. Перед следующей обработкой снова включите шпиндель при помощи **M3** (или **M4**).

Если в столбце **PITCH** таблицы инструментов вы указываете шаг резьбы метчика, система ЧПУ сравнивает шаг резьбы из таблицы инструментов с шагом резьбы, определенным в цикле. При несовпадении значений система ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (начальная позиция) до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина сверления** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до конца резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239
  Шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  –= левая резьба
  Диапазон ввода -99,9999 до 99,9999
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Выход из материала при прерывании программы

Если в процессе нарезания внешней резьбы нажать внешнюю клавишу Stopp, 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 НАРЕЗ.РЕЗЬБЫ МЕТЧ. GS, НОВ.
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q201=-20   ;ГЛУБИНА
    Q239=+1    ;ШАГ РЕЗЬБЫ
    Q203=+25   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
```

4.4 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ (цикл 209, DIN/ISO: G209)

Ход цикла

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 ориентацию шпинделя
2. Инструмент перемещается на заданную глубину врезания, изменяет направление вращения шпинделя и передвигается, в зависимости от задания, 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 (2-3) 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

Учитывайте при программировании!

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены фирмой-производителем.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем.

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса **R0** .

Знак значения параметра цикла Глубина резьбы определяет направление обработки.

Система ЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от скорости вращения. Если во время нарезания внутренней резьбы при помощи потенциометра изменяется величина подачи, ЧПУ автоматически согласует число оборотов.

Потенциометр корректировки подачи не активен.

Если при помощи параметра цикла **Q403** был задан более быстрый отвод, то система ЧПУ ограничивает скорость вращения максимальной скоростью вращения активной ступени передачи.

В конце цикла шпиндель перестает вращаться. Перед следующей обработкой снова включите шпиндель при помощи **M3** (или **M4**).

Если в столбце **PITCH** таблицы инструментов вы указываете шаг резьбы метчика, система ЧПУ сравнивает шаг резьбы из таблицы инструментов с шагом резьбы, определенным в цикле. При несовпадении значений система ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента (начальная позиция) до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина сверления** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до конца резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239
  Шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  –= левая резьба
  Диапазон ввода от -99.9999 до 99.9999
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина сверления до ломки стружки** Q257 (в инкрементах): подача на глубину, после которой ЧПУ выполняет ломку стружки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Обратный ход при ломке стружки** Q256: система ЧПУ умножает уклон Q239 на введенное значение и перемещает инструмент при ломке стружки назад на рассчитанное значение. Если вводится значение Q256 = 0, ЧПУ полностью выходит из высверленного отверстия для того, чтобы можно было удалить стружку (на безопасное расстояние). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **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 нарезание резьбы. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Коэффициент изменения скорости вращения во время обратного хода** Q403: коэффициент, на который система ЧПУ увеличивает скорость вращения шпинделя и при этом подачу при выходе из отверстия. Диапазон ввода от 0,0001 до 10, увеличение возможно до максимальной скорости вращения активной ступени передачи

Пример: NC-кадры

```
26 CYCL DEF 209 НАР.РЕЗЬБЫ МЕТЧ. С
ЛОМ.СТР.
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q201=-20   ;ГЛУБИНА
      Q239=+1    ;ШАГ РЕЗЬБЫ
      Q203=+25   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
      Q257=5     ;ГЛУБИНА СВЕРЛ. ЛОМКА
                  СТРУЖКИ
      Q256=+1    ;ОБРАТНЫЙ ХОД ПРИ ЛОМКЕ
                  СТРУЖКИ
      Q336=50    ;УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
      Q403=1.5   ;КОЭФФ. СКОРОСТИ
                  ВРАЩЕНИЯ
```

Выход из материала при прерывании программы

Если в процессе нарезания внешней резьбы нажать внешнюю клавишу Stopp, 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.

4.5 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 возникает 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+

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.

Осторожно, 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. Приоритет 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.

4.6 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 262, DIN/ISO: G262)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте 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 спиральной 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 Спиральная интерполяция инструмент фрезерует резьбу за одно или несколько смещенных спиральных движений или же за одно непрерывное спиральное движение

5 После чего инструмент по касательной возвращается от контура к точке старта на плоскости обработки

6 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасное расстояние или, если оно задано, на 2-ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования точка старта (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки 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.

Перемещение подвода к номинальному диаметру резьбы выполняется по полукругу, 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 инструмента. Величина выравнивающего движения составляет максимум половину шага резьбы. В высверленном отверстии должно быть достаточно места!

Если изменяется глубина резьбы, ЧПУ автоматически изменяет точку старта спирального движения.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

Учитывайте то, что при изменении глубины система ЧПУ согласовывает начальный угол так, что инструмент достигает заданной глубины при позиции шпинделя в 0°. В таких случаях дорезание резьбы, в зависимости от случая, приводит ко второму проходу.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
  Диапазон ввода от -99.9999 до 99.9999
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Число витков** Q355: количество витков резьбы, на которые смещается инструмент:
  0 = 360° 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. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  или через **PREDEF**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Подача фрезерования** Q207: скорость передвижения инструмента при фрезеровке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**
- **Подача при подводе** Q512: скорость перемещения инструмента при входе в резьбу, в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**

Пример: NC-кадры

```
25 CYCL DEF 262 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
    Q335=10   ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q239=+1.5 ;ШАГ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
    Q355=0    ;ЧИСЛО ВИТКОВ
    Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХ.
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q512=50   ;ПОДАЧА ПОДВОДА
```

4.7 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ (цикл 263, DIN/ISO: G263)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над поверхностью заготовки

Зенкерование

2 Инструмент перемещается с подачей предварительного позиционирования на глубину зенкерования минус безопасное расстояние, а затем с подачей 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 ЧПУ перемещает инструмент по дуге без коррекции из центра на величину смещения по торцевой стороне, выполняя вращение с подачей зенкерования

7 Затем по дуге ЧПУ возвращает инструмент в центр высверленного отверстия

Резьбофрезерование

8 Инструмент с запрограммированной скоростью предварительного позиционирования подается системой ЧПУ 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 360° по винтовой линии

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 безопасную высоту или, если она задана, на 2-ую безопасную высоту

Учитывайте при программировании!

Учитывайте при программировании

В кадре позиционирования точка старта (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки 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 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.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
  Диапазон ввода от -99.9999 до 99.9999
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина зенкерования** Q356: (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  или через **PREDEF**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасное расстояние сбоку** Q357 (в инкрементах): расстояние от режущей кромки инструмента до стенки отверстия. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Смещение зенкерования по торцевой стороне** Q359 (в инкрементах): расстояние, на которое система ЧПУ смещает центр инструмента относительно центра отверстия. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость передвижения инструмента при зенкеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Подача фрезерования** Q207: скорость передвижения инструмента при фрезеровке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.9999 либо через **FAUTO**
- **Подача при подводе** Q512: скорость перемещения инструмента при входе в резьбу, в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**

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    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q357=0.2  ;БЕЗ РАССТ. СБОКУ
    Q358=+0   ;ГЛУБИНА, ТОРЕЦ
    Q359=+0   ;СМЕЩЕНИЕ, ТОРЕЦ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q254=150  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q512=50   ;ПОДАЧА ПОДВОДА
```

4.8 СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 264, DIN/ISO: G264)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте 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 (2-4) 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 ЧПУ перемещает инструмент по дуге без коррекции 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 на плоскости обработки

12 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасную высоту или, если она задана, на 2-ую безопасную высоту

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования точка старта (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки 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.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
  Диапазон ввода от -99,9999 до 99,9999
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина сверления** Q356: (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном отверстия. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX FAUTO**, **PREDEF**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз врезается инструмент. Параметр Глубина не обязательно должен быть кратен параметру Глубина врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999. 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»
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Глубина сверления до ломки стружки** Q257 (в инкрементах): подача на глубину, после которой ЧПУ выполняет ломку стружки. Если введен 0, ломка стружки не производится. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Отвод при ломке стружки** Q256 (в инкрементах): значение, на которое ЧПУ отводит инструмент при ломке стружки. Диапазон ввода от 0,1000 до 99999,9999
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Смещение зенкерования по торцевой стороне** Q359 (в инкрементах): расстояние, на которое система ЧПУ смещает центр инструмента относительно центра отверстия. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Подача на врезание** Q206: скорость передвижения инструмента при сверлении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Подача фрезерования** Q207: скорость передвижения инструмента при фрезеровке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.9999 либо через **FAUTO**
- **Подача при подводе** Q512: скорость перемещения инструмента при входе в резьбу, в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**

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    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q512=50   ;ПОДАЧА ПОДВОДА
```

4.9 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 265, DIN/ISO: G265)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте 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 с подачей 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 на плоскости обработки

9 В конце цикла инструмент на ускоренном ходу отходит на безопасное расстояние или, если оно задано, на 2-ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

В кадре позиционирования точка старта (центр отверстия) в плоскости обработки задается без поправки 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.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  –= левая резьба
  Диапазон ввода от -99,9999 до 99,9999
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Смещение зенкерования по торцевой стороне** Q359 (в инкрементах): расстояние, на которое система ЧПУ смещает центр инструмента относительно центра отверстия. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость передвижения инструмента при зенкеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Подача фрезерования** Q207: скорость передвижения инструмента при фрезеровке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**

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    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q254=150  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

4.10 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ (цикл 267, DIN/ISO: G267)

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу **FMAX** перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте 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 в 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 Спиральная интерполяция инструмент фрезерует резьбу за одно или несколько смещенных спиральных движений или же за одно непрерывное спиральное 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 оно задано, на 2-ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр цапфы) плоскости обработки с коррекцией радиуса **R0** .

Смещение, необходимое для зенкерования с торцевой стороны, должно быть задано заранее. Следует ввести значение 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 какой-либо из параметров глубины вводится с нулевым значением, то соответствующая ему операция не выполняется.

Знак (+/-) перед значением параметра цикла "Глубина резьбы" определяет направление обработки.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

Учитывайте то, что при изменении глубины система ЧПУ согласовывает начальный угол так, что инструмент достигает заданной глубины при позиции шпинделя в 0°. В таких случаях дорезание резьбы, в зависимости от случая, приводит ко второму проходу.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Заданный диаметр** Q335: диаметр резьбы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Шаг резьбы** Q239: шаг резьбы. Правое или левое направление резьбы определяется знаками +/-:
  + = правая резьба
  – = левая резьба
  Диапазон ввода от -99,9999 до 99,9999
- **Глубина резьбы** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия, на стенках которого будет выполняться резьба
- **Число витков** Q355: количество витков резьбы, на которые смещается инструмент:
  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. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выходе из заготовки в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  или через **PREDEF**

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина с торцевой стороны** Q358 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и вершиной инструмента во время зенкерования с торцевой стороны. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Смещение зенкерования с торцевой стороны** Q359 (в инкрементах): расстояние на которое ЧПУ перемещает центр инструмента от центра цапфы. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999.9999 до 99999.9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Подача при зенкеровании** Q254: скорость передвижения инструмента при зенкеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Подача фрезерования** Q207: скорость передвижения инструмента при фрезеровке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**
- **Подача при подводе** Q512: скорость перемещения инструмента при входе в резьбу, в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**

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 ВИТКОВ
    Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q358=+0   ;ГЛУБИНА, ТОРЕЦ
    Q359=+0   ;СМЕЩЕНИЕ, ТОРЕЦ
    Q203=+30  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q254=150  ;ПОДАЧА ЗЕНКЕРОВАНИЯ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q512=50   ;ПОДАЧА ПОДВОДА
```

4.11 Примеры программ

Пример: нарезание резьбы метчиком

Координаты сверления сохраняются в таблицу точек TAB1.PNT и вызываются при помощи **CYCL CALL PAT**.

Радиусы инструментов выбраны так, что все рабочие шаги видны на тестовой графике.

Выполнение программы

- Центровка
- Сверление
- Нарезание резьбы метчиком

0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Ввод параметров заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4	Определение инструмента, центровое сверло
4 TOOL DEF 2 L+0 2.4	Определение инструмента, сверло
5 TOOL DEF 3 L+0 R+3	Определение инструмента, метчик
6 TOOL CALL 1 Z S5000	Вызов инструмента, центровое сверло
7 L Z+10 R0 F5000	Подвод инструмента на безопасную высоту (запрограммируйте значение для F), ЧПУ выполняет позиционирование на безопасную высоту после каждого цикла
8 SEL PATTERN “TAB1“	Определение таблицы точек
9 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла, центровка
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q201=-2 ;ГЛУБИНА	
Q206=150 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=2 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;F-ВРЕМЯ НАВЕРХУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	Обязательно введите 0, действует из таблицы точек

Q204=0 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	Обязательно введите 0, действует из таблицы точек
Q211=0,2 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q395=0 ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ	
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	Вызов цикла в сочетании с точечной таблицей TAB1.PNT, подача между точками: 5000 мм/мин
11 L Z+100 R0 FMAX M6	Вывод инструмента из материала, смена инструмента
12 TOOL CALL 2 Z S5000	Вызов инструмента: сверло
13 L Z+10 R0 F5000	Перемещение инструмента на безопасную высоту (F программировать со значением)
14 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла сверления
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q201=-25 ;ГЛУБИНА	
Q206=150 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВВЕРХУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	Обязательно введите 0, действует из таблицы точек
Q204=0 ;2 БЕЗОП. РАССТ.	Обязательно введите 0, действует из таблицы точек
Q211=0,2 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q395=0 ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3	Вызов цикла с таблицей точек TAB1.PNT
16 L Z+100 R0 FMAX M6	Отвод инструмента, смена инструмента
17 TOOL CALL 3 Z S200	Вызов инструмента метчик
18 L Z+50 R0 FMAX	Перемещение инструмента на безопасную высоту
19 CYCL DEF 206 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ, НОВИНКА	Определение цикла, нарезание резьбы
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q201=-25 ;ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ	
Q206=150 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q211=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	Обязательно введите 0, действует из таблицы точек
Q204=0 ;2 БЕЗОП. РАССТ.	Обязательно введите 0, действует из таблицы точек
20 CYCL CALL PAT F5000 M3	Вызов цикла с таблицей точек TAB1.PNT
21 L Z+100 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
22 END PGM 1 MM	

Таблица точек TAB1.PNT

```
TAB1.PNT MM
NR X Y Z
0+10+10+0
1+40+30+0
2+90+10+0
3+80+30+0
4+80+65+0
5+90+90+0
6+10+90+0
7+20+55+0
[END]
```

5

Циклы обработки: фрезерование карманов / островов / канавок

5.1 Основные положения

Обзор

Система ЧПУ имеет в общей сложности 6 циклов для обработки карманов, островов и канавок:

Цикл	Клавиши Softkey	Стр.
251 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН Цикл черновой/чистовой обработки с выбором объема обработки и врезанием по винтовой линии		Стр. 145
252 КРУГЛЫЙ КАРМАН Цикл черновой/чистовой обработки с выбором объема обработки и врезанием по винтовой линии		Стр. 151
253 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВКИ Цикл черновой/чистовой обработки с выбором объема обработки и врезанием маятниковым движением		Стр. 156
254 КРУГЛАЯ КАНАВКА Цикл черновой/чистовой обработки с выбором объема обработки и врезанием маятниковым движением		Стр. 162
256 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ОСТРОВ Цикл черновой/чистовой обработки с врезанием сбоку и, при необходимости, многократным проходом		Стр. 169
257 КРУГЛЫЙ ОСТРОВ Цикл черновой/чистовой обработки с врезанием сбоку и, при необходимости, многократным проходом		Стр. 173

5.2 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН (цикл 251, DIN/ISO: G251)

Ход цикла

С помощью цикла обработки прямоугольного кармана 251 можно полностью обработать прямоугольный карман. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- полная обработка: черновая, чистовая дна, чистовая боковой поверхности
- только черновая обработка
- только чистовая обработка дна и чистовая обработка боковой поверхности
- только чистовая обработка дна
- только чистовая обработка боковой поверхности

Черновая обработка

1. Инструмент врезается в заготовку в центре кармана и перемещается на первую глубину. Стратегия погружения определяется параметром Q366
2. Производится выборка материала от центра к краю с учетом перекрытия фрезы (параметр Q370) и припуска на чистовую обработку (параметр Q368 и Q369).
3. В конце полной выборки инструмент по касательной отводится от стенки кармана на безопасное расстояние над текущей точкой врезания и оттуда на ускоренном ходу возвращается в центр кармана
4. Эта операция повторяется до достижения запрограммированной глубины кармана.

Чистовая обработка

5. При заданных припусках на чистовую обработку вначале производится обработка стенок кармана за несколько проходов, если это было задано. При этом подвод к стенке кармана производится по касательной.
6. Затем производится чистовая обработка дна кармана от центра к краю. При этом подвод ко дну кармана осуществляется по касательной

Учитывайте при программировании

При неактивной таблице инструментов всегда следует погружаться в материал перпендикулярно (Q366=0), так как угол погружения задать невозможно.

Предварительно установите инструмент в стартовую позицию в плоскости обработки без коррекции на радиус **R0**. Учитывайте параметр Q367 (положение кармана).

Система ЧПУ выполняет цикл в осях (плоскости обработки), с помощью которых был выполнен подвод к позиции старта. Например, в X и Y при использовании **CYCL CALL POS X... Y**... и в U и V, если **CYCL CALL POS U... V**... был запрограммирован.

Система ЧПУ автоматически предварительно позиционирует инструмент по его оси. Учитывайте параметр Q204 (2-ое безопасное расстояние).

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Система ЧПУ позиционирует инструмент в конце цикла обратно в позицию старта.

Система ЧПУ позиционирует инструмент в конце операции чистовой обработки на ускоренном ходу обратно в центр кармана. При этом инструмент находится на безопасной высоте над текущей точкой врезания. Введите безопасное расстояние так, чтобы инструмент не заклинивало снятой стружкой при возврате.

Если цмкл 251 зеркально отображается на одной оси, то система ЧПУ также зеркально отображает определенное в цикле направление вращения.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Если Вы вызываете цикл при помощи обработки 2 (только чистовая обработка), система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу в центре кармана в точку первого врезания.

Параметры цикла

- **Объем обработки (0/1/2)** Q215: определение объема обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
  Чистовая обработка боковой поверхности и чистовая обработка дна выполняются только, если задан припуск на чистовую обработку (Q368, Q369)
- **1-я длина стороны** Q218 (в инкрементах): длина кармана, параллельно главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **2-я длина стороны** Q219 (в инкрементах): длина кармана, параллельно вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Радиус угла** Q220: радиус угла кармана. Если радиус задан равным 0 или меньше радиуса инструмента, то ЧПУ задает радиус угла равным радиусу инструмента. В этом случае система ЧПУ не выдает сообщение об ошибке. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Поворот** Q224 (абсолютный): угол, на который поворачивается весь карман. Центр вращения лежит в точке, в которой находится инструмент при вызове цикла. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Положение кармана** Q367: положение кармана относительно позиции инструмента при вызове цикла:
  0: позиция инструмента = центр кармана
  1: позиция инструмента = левый нижний угол
  2: позиция инструмента = правый нижний угол
  3: позиция инструмента = правый верхний угол
  4: позиция инструмента = левый верхний угол
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  +0 = попутное фрезерование, но при активном зеркальном отображении система ЧПУ сохраняет вид попутного фрезерования
  или через **PREDEF**

- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна кармана. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q369 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку глубины. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость движения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999, либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Врезание при чистовой обработке** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Коэффициент перекрытия траектории** Q370: Q370 x радиус инструмента дает врезание со стороны k. Диапазон ввода от 0,1 до 1,414 или через **PREDEF**
- **Стратегия погружения** Q366: вид врезания:
  - 0 = перпендикулярное врезание. Независимо от определенного в таблице инструментов угла врезания **ANGLE** система ЧПУ погружает инструмент перпендикулярно
  - 1 = врезание по спирали. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае ЧПУ выдаст сообщение об ошибке
  - 2 = врезание маятниковым движением. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае программа выдаст сообщение об ошибке. Длина маятникового движения зависит от угла врезания, в качестве минимального значения ЧПУ использует двойной диаметр инструмента
  - Альтернативно **PREDEF**
- **Подача при чистовой обработке** Q385: скорость перемещения инструмента при чистовой обработке боковых поверхностей и дна в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 251 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ
КАРМАН
      Q215=0    ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
      Q218=80   ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
      Q219=60   ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ
      Q220=5    ;РАДИУС УГЛА
      Q368=0.2  ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q224=+0   ;УГОЛ ПОВОРОТА
      Q367=0    ;ПОЛОЖЕНИЕ КАРМАНА
      Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q201=-20  ;ГЛУБИНА
      Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q369=0.1  ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНУ
      Q206=150  ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
      Q338=5    ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
      Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q203=+0   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
      Q370=1    ;ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
      Q366=1    ;ВРЕЗАНИЕ
      Q385=500  ;ПОДАЧА ЧИСТ.ОБР.
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.3 КРУГЛЫЙ КАРМАН (цикл 252, DIN/ISO: G252)

Ход цикла

С помощью цикла Круглый карман 252 можно полностью обработать круглый карман. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая, чистовая глубины, чистовая боковой поверхности
- только черновая обработка
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка боковой поверхности
- только чистовая обработка дна
- только чистовая обработка боковой поверхности

Черновая обработка

1. Инструмент врезается в заготовку в центре кармана и перемещается на первую глубину. Стратегия погружения определяется параметром Q366
2. Производится выборка материала от центра к краю с учетом перекрытия фрезы (параметр Q370) и припуска на чистовую обработку (параметр Q368 и Q369)
3. В конце полной выборки инструмент по касательной отводится от стенки кармана на безопасное расстояние над текущей точкой врезания и оттуда на ускоренном ходу возвращается в центр кармана
4. Эта операция повторяется до тех пор, пока будет достигнута запрограммированная глубина кармана

Чистовая обработка

5. При заданных припусках на чистовую обработку вначале производится обработка стенок кармана за несколько проходов, если это было задано. При этом подвод к стенке кармана производится по касательной
6. Затем производится чистовая обработка дна кармана от центра к краю. При этом подвод ко дну кармана осуществляется по касательной

Учитывайте при программировании!

При неактивной таблице инструментов всегда следует погружаться в материал перпендикулярно (Q366=0), так как угол погружения задать невозможно.

Предварительно установите инструмент в стартовую позицию (центр круга) в плоскости обработки без коррекции на радиус **R0**.

Система ЧПУ выполняет цикл в осях (плоскости обработки), с помощью которых был выполнен подвод к позиции старта. Например, в X и Y при использовании **CYCL CALL POS X... Y**... и в U и V, если **CYCL CALL POS U... V**... был запрограммирован.

Система ЧПУ автоматически предварительно позиционирует инструмент по его оси. Учитывайте параметр Q204 (2-ое безопасное расстояние).

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Система ЧПУ позиционирует инструмент в конце цикла обратно в позицию старта.

Система ЧПУ позиционирует инструмент в конце операции чистовой обработки на ускоренном ходу обратно в центр кармана. При этом инструмент находится на безопасной высоте над текущей точкой врезания. Введите безопасное расстояние так, чтобы инструмент не заклинивало снятой стружкой при возврате.

Если цикл 252 отображается зеркально, то система ЧПУ сохраняет определенное в цикле направление вращения, но не отображает его зеркально.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Если Вы вызываете цикл при помощи обработки 2 (только чистовая обработка), система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу в центре кармана в точку первого врезания.

Параметры цикла

- **Объем обработки (0/1/2)**Q215: определение объема обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
  Чистовая обработка боковой поверхности и чистовая обработка дна выполняются только, если задан припуск на чистовую обработку (Q368, Q369)
- **Диаметр кармана** Q223: диаметр полностью обработанного кармана. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  +0 = попутное фрезерование, но при активном зеркальном отображении система ЧПУ сохраняет вид попутного фрезерования
  или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна кармана. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q369 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку глубины. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость движения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999, либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Врезание при чистовой обработке** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коэффициент перекрытия траектории** Q370: Q370 x радиус инструмента дает врезание со стороны k. Диапазон ввода от 0,1 до 1,414 или через **PREDEF**
- **Стратегия погружения** Q366: вид врезания:
  - 0 = перпендикулярное врезание. Независимо от определенного в таблице инструментов угла врезания **ANGLE** система ЧПУ погружает инструмент перпендикулярно
  - 1 = врезание по спирали. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае ЧПУ выдаст сообщение об ошибке
  - Альтернативно **PREDEF**
- **Подача чистовой обработки** Q385: скорость перемещения инструмента при чистовой обработке боковых поверхностей и дна в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 252 КРУГЛЫЙ КАРМАН
      Q215=0     ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
      Q223=60    ;ДИАМЕТР ОКРУЖНОСТИ
      Q368=0.2   ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q207=500   ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q351=+1    ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q201=-20   ;ГЛУБИНА
      Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q369=0.1   ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНУ
      Q206=150   ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
      Q338=5     ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q203=+0    ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
      Q370=1     ;ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
      Q366=1     ;ВРЕЗАНИЕ
      Q385=500   ;ПОДАЧА ЧИСТ.ОБР.
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.4 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВКИ (цикл 253, DIN/ISO: G253)

Ход цикла

С помощью цикла 253 можно полностью обработать канавку. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая, чистовая глубины, чистовая боковой поверхности
- только черновая обработка
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка боковой поверхности
- только чистовая обработка дна
- только чистовая обработка боковой поверхности

Черновая обработка

1. Инструмент перемещается маятниковым движением от левого центра канавки с определенным в таблицы инструментов углом на первую глубину врезания. Стратегия погружения определяется параметром Q366
2. Производится выборка материала от центра к краю с учетом припусков на чистовую обработку (параметры Q368 и Q369)
3. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута глубина канавки

Чистовая обработка

4. Если определены припуски на чистовую обработку, ЧПУ проводит сначала чистовую обработку стенки канавки, за несколько подходов, если это задано. Подвод к стенке канавки осуществляется по касательной в правой окружности канавки
5. Затем производится чистовая обработка дна канавки от центра к краю. Подвод ко дну канавки осуществляется по касательной

Учитывайте при программировании!

При неактивной таблице инструментов всегда следует погружаться в материал перпендикулярно (Q366=0), так как угол погружения задать невозможно.

Предварительно установите инструмент в стартовую позицию в плоскости обработки без коррекции на радиус **R0**. Учитывайте параметр Q367 (положение канавки).

Система ЧПУ выполняет цикл в осях (плоскости обработки), с помощью которых был выполнен подвод к позиции старта. Например, в X и Y при использовании **CYCL CALL POS X... Y**... и в U и V, если **CYCL CALL POS U... V**... был запрограммирован.

Система ЧПУ автоматически предварительно позиционирует инструмент по его оси. Учитывайте параметр Q204 (2-ое безопасное расстояние).

В конце цикла система ЧПУ обязательно позиционирует инструмент в плоскости обработки назад в центр канавки, а по другой оси позиционирование не производится. Если положение канавки задано неравным 0, то система ЧПУ позиционирует инструмент по оси инструмента на 2-ое безопасное расстояние. Перед повторным вызовом цикла переместите инструмент в начальную позицию или всегда программируйте абсолютные перемещения после вызова цикла.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Если ширина канавки больше двойного диаметра инструмента, ЧПУ выполняет выборку материала от центра к краю. Таким образом, оператор может фрезеровать любые канавки с помощью небольших инструментов.

Если цикл 253 отображается зеркально, то система ЧПУ сохраняет определенное в цикле направление вращения, но не отображает его зеркально.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Если Вы вызываете цикл при помощи обработки 2 (только чистовая обработка), система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу в точку первого врезания.

Параметры цикла

- **Объем обработки (0/1/2)** Q215: определение объема обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
  Чистовая обработка боковой поверхности и чистовая обработка дна выполняются только, если задан припуск на чистовую обработку (Q368, Q369)

- **Длина канавки** Q218 (значение параллельно главной оси плоскости обработки): введите более длинную сторону паза. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Ширина канавки** Q219 (значение параллельно вспомогательной оси плоскости обработки): введите ширину канавки; если ширина канавки задается равной диаметру инструмента, то ЧПУ выполняет только черновую обработку (фрезерование продольной канавки). Максимальная ширина канавки при черновой обработке: двойной диаметр инструмента. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки

- **Поворот** Q374 (абсолютный): угол, на который поворачивается вся канавка. Центр вращения лежит в точке, в которой находится инструмент при вызове цикла. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000

- **Положение канавки (0/1/2/3/4)** Q367: положение канавки относительно позиции инструмента при вызове цикла:
  0: Позиция инструмента = центр канавки
  1: Позиция инструмента = левый конец канавки
  2: Позиция инструмента = центр левой окружности канавки
  3: Позиция инструмента = центр правой окружности канавки
  4: Позиция инструмента = правый конец канавки

- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**

- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  +0 = попутное фрезерование, но при активном зеркальном отображении система ЧПУ сохраняет вид попутного фрезерования
  или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна канавки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q369 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку глубины. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость движения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999, либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Врезание при чистовой обработке** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Стратегия погружения** Q366: вид врезания:
  - 0 = перпендикулярное врезание. Независимо от определенного в таблице инструментов угла врезания **ANGLE** система ЧПУ погружает инструмент перпендикулярно
  - 1 = врезание по спирали. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае программа выдаст сообщение об ошибке. Врезаться необходимо только по спирали, если для этого достаточно места
  - 2 = врезание маятниковым движением. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае ЧПУ выдаст сообщение об ошибке
  - Альтернативно **PREDEF**
- **Подача при чистовой обработке** Q385: скорость перемещения инструмента при чистовой обработке боковых поверхностей и дна в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Привязка подачи (от 0 до 3)** Q439: выбор, к чему относится запрограммированная подача:
  - 0 = подача относится к траектории центра инструмента
  - 1 = только при чистовой обработке боковой поверхности подача относится к режущей кромке инструмента, в противном случае — к траектории центра
  - 2 = при чистовой обработке боковой поверхности **и** при чистовой обработке боковой поверхности подача относится к режущей кромке инструмента, в противном случае — к траектории центра
  - 3 = подача всегда относится к режущей кромке инструмента, в противном случае — к траектории центра

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 253 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВКИ
      Q215=0     ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
      Q218=80    ;ДЛИНА КАНАВКИ
      Q219=12    ;ШИРИНА КАНАВКИ
      Q368=0.2   ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q374=+0    ;УГОЛ ПОВОРОТА
      Q367=0     ;ПОЛОЖЕНИЕ КАНАВКИ
      Q207=500   ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q351=+1    ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q201=-20   ;ГЛУБИНА
      Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q369=0.1   ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНУ
      Q206=150   ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
      Q338=5     ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q203=+0    ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
      Q366=1     ;ВРЕЗАНИЕ
      Q385=500   ;ПОДАЧА ЧИСТ.ОБР.
      Q439=0     ;ПРИВЯЗКА ПОДАЧИ
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.5 КРУГЛАЯ КАНАВКА (цикл 254, DIN/ISO: G254)

Ход цикла

С помощью цикла 254 можно полностью обработать круглую канавку. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая, чистовая глубины, чистовая боковой поверхности
- только черновая обработка
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка боковой поверхности
- только чистовая обработка дна
- только чистовая обработка боковой поверхности

Черновая обработка

1. Инструмент перемещается маятниковым движением в центре канавки с определенным в таблицы инструментов углом на первую глубину врезания. Стратегия погружения определяется параметром Q366
2. Производится выборка материала от центра к краю с учетом припусков на чистовую обработку (параметры Q368 и Q369)
3. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута глубина канавки

Чистовая обработка

4. Если определены припуски на чистовую обработку, ЧПУ проводит сначала чистовую обработку стенки канавки, за несколько подходов, если это задано. Подвод к стенке канавки осуществляется по касательной
5. Затем производится чистовая обработка дна канавки от центра к краю. Подвод ко дну канавки осуществляется по касательной

Учитывайте при программировании!

При неактивной таблице инструментов всегда следует погружаться в материал перпендикулярно (Q366=0), так как угол погружения задать невозможно.

Предварительно установите инструмент в стартовую позицию в плоскости обработки без коррекции на радиус **R0**. Задайте параметр Q367 (**Привязка для длины канавки**) соответственно.

Система ЧПУ выполняет цикл в осях (плоскости обработки), с помощью которых был выполнен подвод к позиции старта. Например, в X и Y при использовании **CYCL CALL POS X... Y**... и в U и V, если **CYCL CALL POS U... V**... был запрограммирован.

Система ЧПУ автоматически предварительно позиционирует инструмент по его оси. Учитывайте параметр Q204 (2-ое безопасное расстояние).

В конце цикла система ЧПУ обязательно позиционирует инструмент в плоскости обработки назад в центр дуги окружности, а по другой оси позиционирование не производится. Если положение канавки задано неравным 0, то система ЧПУ позиционирует инструмент по оси инструмента на 2-ое безопасное расстояние. Перед повторным вызовом цикла переместите инструмент в начальную позицию или всегда программируйте абсолютные перемещения после вызова цикла.

В конце цикла ЧПУ позиционирует инструмент на плоскости обработки обратно в позицию старта (центр сегмента окружности). Исключение: если положение канавки задано неравным 0, то система ЧПУ позиционирует инструмент по оси инструмента на 2-ое безопасное расстояние. В таких случаях всегда программируйте абсолютные перемещения после вызова цикла.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Если ширина канавки больше двойного диаметра инструмента, ЧПУ выполняет выборку материала от центра к краю. Таким образом, оператор может фрезеровать любые канавки с помощью небольших инструментов.

Если используется цикл 254 Круглая канавка вместе с циклом 221, то 0 положение канавки не допускается.

Если цикл 254 отображается зеркально, то система ЧПУ сохраняет определенное в цикле направление вращения, но не отображает его зеркально.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Если Вы вызываете цикл при помощи обработки 2 (только чистовая обработка), система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу в точку первого врезания.

Параметры цикла

- **Объем обработки (0/1/2)**Q215: определение объема обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
  Чистовая обработка боковой поверхности и чистовая обработка дна выполняются только, если задан припуск на чистовую обработку (Q368, Q369)

- **Ширина канавки** Q219 (значение параллельно вспомогательной оси плоскости обработки): введите ширину канавки; если ширина канавки задается равной диаметру инструмента, то ЧПУ выполняет только черновую обработку (фрезерование продольной канавки). Максимальная ширина канавки при черновой обработке: двойной диаметр инструмента. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Диаметр сегмента** Q375: введите диаметр сегмента. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Привязка для положения канавки (0/1/2/3)** Q367: положение канавки относительно позиции инструмента при вызове цикла:
  0: Позиция инструмента не учитывается. Положение канавки рассчитывается из введенного центра сегмента и начального угла
  1: Позиция инструмента = центр левой окружности канавки. Начальный угол Q376 привязан к этой позиции. Заданный центр сегмента не учитывается.
  2: Позиция инструмента = центр средней оси. Начальный угол Q376 привязан к этой позиции. Заданный центр сегмента не учитывается.
  3: Позиция инструмента = центр правой окружности канавки. Начальный угол Q376 привязан к этой позиции. Заданный центр сегмента не учитывается.

- **Центр 1-ой оси** Q216 (абсолютный): центр сегмента окружности на главной оси плоскости обработки. **Действует только если Q367 = 0**. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Центр 2-ой оси** Q217 (абсолютный): центр сегмента окружности на вспомогательной оси плоскости обработки. **Действует только если Q367 = 0**. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q376 (абсолютный): введите полярный угол точки старта. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Угол раскрытия канавки** Q248 (в инкрементах): введите угол раскрытия канавки. Диапазон ввода от 0 до 360,000
- **Шаг угла** Q378 (в инкрементах): угол, на который поворачивается вся канавка. Центр вращения лежит в центре сегмента. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Количество проходов** Q377: количество проходов на сегменте. Диапазон ввода от 1 до 99999
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  +0 = попутное фрезерование, но при активном зеркальном отображении система ЧПУ сохраняет вид попутного фрезерования
  или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна канавки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q369 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку глубины. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость движения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999, либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Врезание при чистовой обработке** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Стратегия погружения** Q366: вид врезания:
  - 0 = перпендикулярное врезание. Независимо от определенного в таблице инструментов угла врезания **ANGLE** система ЧПУ погружает инструмент перпендикулярно
  - 1 = врезание по спирали. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае программа выдаст сообщение об ошибке. Врезаться необходимо только по спирали, если для этого достаточно места
  - 2 = врезание маятниковым движением. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае программа выдаст сообщение об ошибке. ЧПУ может выполнить врезание маятниковым движением, если длина перемещения на сегменте окружности составляет как минимум трехкратное значение диаметра инструмента.
  - Альтернативно **PREDEF**
- **Подача чистовой обработки** Q385: скорость перемещения инструмента при чистовой обработке боковых поверхностей и дна в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 254 КРУГЛАЯ КАНАВКА
    Q215=0    ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
    Q219=12   ;ШИРИНА КАНАВКИ
    Q368=0.2  ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q375=80   ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА
    Q367=0    ;ПРИВЯЗКА ПОЛОЖЕНИЯ
               КАНАВКИ
    Q216=+50  ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q217=+50  ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q376=+45  ;НАЧ. УГОЛ
    Q248=90   ;УГОЛ РАСКРЫТИЯ
    Q378=0    ;ШАГ УГЛА
    Q377=1    ;КОЛИЧЕСТВО ПРОХОДОВ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q369=0.1  ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНУ
    Q206=150  ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
    Q338=5    ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
    Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q203=+0   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q366=1    ;ВРЕЗАНИЕ
    Q385=500  ;ПОДАЧА ЧИСТ.ОБР.
    Q439=0    ;ПРИВЯЗКА ПОДАЧИ
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

▶ **Привязка подачи (от 0 до 3)** Q439: выбор, к чему относится запрограммированная подача:

- 0 = подача относится к траектории центра инструмента
- 1 = только при чистовой обработке боковой поверхности подача относится к режущей кромке инструмента, в противном случае — к траектории центра
- 2 = при чистовой обработке боковой поверхности **и** при чистовой обработке боковой поверхности подача относится к режущей кромке инструмента, в противном случае — к траектории центра
- 3 = подача всегда относится к режущей кромке инструмента, в противном случае — к траектории центра

5.6 ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ЦАПФА (цикл 256, DIN/ISO: G256)

Ход цикла

С помощью цикла Прямоугольный остров 256 можно полностью обработать прямоугольный остров. Если размер заготовки больше максимального врезания со стороны, тогда ЧПУ выполняет несколько врезаний со стороны вплоть до достижения размера готовой детали.

1 Инструмент перемещается от начальной позиции цикла (центр острова) в начальную позицию обработки острова. Определите начальную позицию с помощью параметра Q437. Настройка по умолчанию (**Q437=0**) составляет 2 мм справа от заготовки

2 Если инструмент находится на 2-м безопасном расстоянии, система ЧПУ производит перемещение на ускоренном ходу **FMAX** на безопасное расстояние и оттуда со скоростью подачи на врезание перемещается на первую глубину врезания

3 Затем инструмент перемещается по касательной к контуру острова, выполняя попутное фрезерование витка.

4 Если заданный размер острова нельзя достичь за один проход, ЧПУ возвращает инструмент на текущую глубину врезания сбоку и фрезерует еще один виток. Система ЧПУ учитывает при этом размер заготовки, размер готовой детали и допустимое врезание со стороны. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнут определенный размер готовой детали. Если вы установили начальную позицию на угол (Q437 равно 0), система ЧПУ выполняет фрезерование по спирали от начальной точки вовнутрь, пока не будет достигнут размер готовой детали

5 Если заданы другие врезания, то инструмент возвращается в точку старта обработки по касательной к контуру

6 Затем инструмент перемещается на следующую глубину врезания и обрабатывает остров на этой глубине

7 Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина

8 В конце цикла система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту по оси инструмента, заданную в цикле. Таким образом, конечная позиция не совпадает с начальной

Учитывайте при программировании!

Предварительно установите инструмент в стартовую позицию в плоскости обработки без коррекции на радиус **R0**. Учитывайте параметр Q367 (длина острова).

Система ЧПУ автоматически предварительно позиционирует инструмент по его оси. Учитывайте параметр Q204 (2-ое безопасное расстояние).

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

Справа рядом с островом оставьте достаточно места для подвода. Минимум: диаметр инструмента + 2 мм, если вы работаете со стандартным радиусом и углом подвода.

В конце цикла ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на 2-ое безопасное расстояние, если было задано. Таким образом, конечное положение инструмента после цикла не совпадает с начальным.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Длина 1 стороны** Q218: длина острова параллельно главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Размер заготовки длина стороны 1** Q424: длина острова, параллельно главной оси плоскости обработки. **Размер заготовки длина стороны 1** введите больше **1-ой длины стороны**. ЧПУ выполняет несколько врезаний сбоку, если разница между размером заготовки 1 и размером готовой детали 1 больше допустимого врезания со стороны (радиус инструмента умножить на перекрытие траектории **Q370**). ЧПУ всегда рассчитывает постоянное врезание сбоку. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Длина 2 стороны** Q219: длина острова параллельно вспомогательной оси плоскости обработки. **Размер заготовки длина стороны 2** введите больше **2-ой длины стороны**. ЧПУ выполняет несколько врезаний со стороны, если разница между размером заготовки 2 и размером готовой детали 2 больше допустимого врезания со стороны (радиус инструмента умножить на перекрытие траектории **Q370**). ЧПУ всегда рассчитывает постоянное врезание сбоку. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Размер заготовки длина стороны 2** Q425: длина острова, параллельно к вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Радиус угла** Q220: радиус угла острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки, оставляемый ЧПУ при обработке. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Поворот** Q224 (абсолютный): угол, на который поворачивается весь остров. Центр вращения лежит в точке, в которой находится инструмент при вызове цикла. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Положение острова** Q367: положение острова относительно позиции инструмента при вызове цикла:
  0: позиция инструмента = центр острова
  1: позиция инструмента = левый нижний угол
  2: позиция инструмента = правый нижний угол
  3: позиция инструмента = правый верхний угол
  4: позиция инструмента = левый верхний угол

- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  или через **PREDEF**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна острова. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача при врезании на глубину** Q206: скорость передвижения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коэффициент перекрытия траектории** Q370: Q370 x радиус инструмента дает врезание со стороны k. Диапазон ввода от 0,1 до 1,414 или через **PREDEF**
- **Позиция подвода (0...4)** Q437, определение позиции подвода инструмента:
  0: справа от острова (базовая настройка)
  1: левый нижний угол
  2: правый нижний угол
  3: правый верхний угол
  4: левый верхний угол
  Если при подводе с настройкой Q437=0 на поверхности острова появятся метки подвода, нужно выбрать другую позицию подвода

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 256 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ
ОСТРОВ
      Q218=60   ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
      Q424=74   ;РАЗМЕР ЗАГОТОВКИ 1
      Q219=40   ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ
      Q425=60   ;РАЗМЕР ЗАГОТОВКИ 2
      Q220=5    ;РАДИУС УГЛА
      Q368=0.2  ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q224=+0   ;УГОЛ ПОВОРОТА
      Q367=0    ;ПОЛОЖЕНИЕ ОСТРОВА
      Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q201=-20  ;ГЛУБИНА
      Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q206=150  ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
      Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q203=+0   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
      Q370=1    ;ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
      Q437=0    ;ПОЗИЦИЯ ПОДВОДА
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.7 КРУГЛЫЙ ОСТОВ (цикл 257, DIN/ISO: G257)

Ход цикла

С помощью цикла Круглый остров 257 можно полностью обработать круглый остров. Если диаметр заготовки больше максимального врезания со стороны, ЧПУ выполняет несколько врезаний по спирали вплоть до достижения размера готовой детали.

1. Инструмент перемещается от начальной позиции цикла (центр острова) в начальную позицию обработки острова. Определите начальную позицию полярного угла относительно середины острова, используя параметр Q376
2. 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
3. Затем по спирали инструмент перемещается к контуру острова по касательной, выполняя попутное фрезерование витка.
4. Если диаметра готовой детали невозможно достичь за один проход, система ЧПУ подает по спирали до тех пор, пока не будет достигнут диаметр готовой детали. Система ЧПУ учитывает при этом размер диаметра заготовки, размер диаметра готовой детали и допустимое врезание со стороны
5. Система ЧПУ отводит инструмент по спиральной траектории от контура
6. Если необходимо несколько подач на врезание, то новая подача на врезание реализуется в следующей ближайшей точке движения отвода
7. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина
8. В конце цикла система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту по оси инструмента, заданную в цикле. Таким образом, конечная позиция не совпадает с начальной

Учитывайте при программировании!

Предварительно установите инструмент в начальную позицию (центр острова) в плоскости обработки без коррекции на радиус **R0**.

Система ЧПУ автоматически предварительно позиционирует инструмент по его оси. Учитывайте параметр Q204 (2-ое безопасное расстояние).

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Система ЧПУ позиционирует инструмент в конце цикла лишь на оси инструмента обратно в начальную позицию, но не в плоскости обработки.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью машинного параметра 7441 бит 2 задается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при вводе положительного значения глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

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 **ниже** поверхности заготовки!

Справа рядом с островом оставьте достаточно места для подвода. Минимум: диаметр инструмента + 2 мм, если вы работаете со стандартным радиусом и углом подвода.

В конце цикла ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на 2-ое безопасное расстояние, если было задано. Таким образом, конечное положение инструмента после цикла не совпадает с начальным.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Диаметр готовой детали** Q223: диаметр полностью обработанного острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Диаметр заготовки** Q222: диаметр заготовки. Введите диаметр заготовки больше диаметра готовой детали. ЧПУ выполняет несколько врезаний сбоку, если разница между диаметром заготовки и диаметром готовой детали больше допустимого врезания со стороны (радиус инструмента умножить на перекрытие траектории **Q370**). ЧПУ всегда рассчитывает постоянное врезание сбоку. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = фрезерование встречное
  или через **PREDEF**

- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна острова. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача при врезании на глубину** Q206: скорость передвижения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коэффициент перекрытия траектории** Q370: Q370 x радиус инструмента дает врезание со стороны k. Диапазон ввода от 0,1 до 1,414 или через **PREDEF**
- **Начальный угол** Q376: Полярный угол относительно центра острова, под которым инструмент должен подводиться к острову. Диапазон ввода: 0 до 359°

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 257 КРУГЛЫЙ ОСТРОВ
    Q223=60   ;ДИАМЕТР ГОТ. ДЕТАЛИ
    Q222=60   ;ДИАМ. ЗАГОТОВКИ
    Q368=0.2  ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q351=+1   ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q201=-20  ;ГЛУБИНА
    Q202=5    ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q206=150  ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
    Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q203=+0   ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
    Q370=1    ;ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
    Q376=0    ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.8 Примеры программ

Пример: фрезерование кармана, острова и канавки

0 BEGINN PGM C210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Ввод параметров заготовки
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+6	Определение инструмента для черновой/чистовой обработки
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Определение инструмента - пазовая (дисковая) фреза
5 TOOL CALL 1 Z S3500	Вызов инструмента черновая/чистовая обработка
6 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
7 CYCL DEF 256 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ОСТРОВ	Определение цикла "Обработка снаружи"
Q218=90 ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ	
Q424=100 ;РАЗМЕР ЗАГОТОВКИ 1	
Q219=80 ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ	
Q425=100 ;РАЗМЕР ЗАГОТОВКИ 2	
Q220=0 ;РАДИУС УГЛА	
Q368=0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q224=0 ;УГОЛ РАЗВОРОТА	
Q367=0 ;ПОЛОЖЕНИЕ ОСТРОВА	
Q207=250 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	

Q351=+1 ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q201=-30 ;ГЛУБИНА	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q206=250 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=20 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
Q370=1 ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ	
Q437=1 ;ПОЗИЦИЯ ПОДВОДА	
8 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 M3	Вызов цикла "Обработка снаружи"
9 CYCL DEF 252 КРУГЛЫЙ КАРМАН	Определение цикла "Круглый карман"
Q215=0 ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ	
Q223=50 ;ДИАМЕТР ОКРУЖНОСТИ	
Q368=0.2 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q351=+1 ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q201=-30 ;ГЛУБИНА	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q369=0.1 ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНУ	
Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.	
Q338=5 ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
Q370=1 ;ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ	
Q366=1 ;ВРЕЗАНИЕ	
Q385=750 ;ПОДАЧА ЧИСТ. ОБРАБОТКИ	
10 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX	Вызов цикла "Круглый карман"
11 L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
12 TOLL CALL 2 Z S5000	Вызов инструмента - пазовая фреза
13 CYCL DEF 254 КРУГЛАЯ КАНАВКА	Определение цикла "Канавка"
Q215=0 ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ	
Q219=8 ;ШИРИНА КАНАВКИ	
Q368=0.2 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q375=70 ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА	
Q367=0 ;ПРИВЯЗКА ПОЛОЖЕНИЯ КАНАВКИ	Не требуется предпозиционирования в X/Y
Q216=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	
Q217=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	

Q376=+45 ;НАЧ. УГОЛ	
Q248=90 ;УГОЛ РАСКРЫТИЯ	
Q378=180 ;ШАГ УГЛА	Начальная точка, 2 канавка
Q377=2 ;КОЛИЧЕСТВО ПРОХОДОВ	
Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q351=+1 ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q201=-20 ;ГЛУБИНА	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q369=0.1 ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНУ	
Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.	
Q338=5 ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
Q366=1 ;ВРЕЗАНИЕ	
Q439=0 ;ПРИВЯЗКА ПОДАЧИ	
14 CYCL CALL FMAX M3	Вызов цикла Канавка
15 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
16 END PGM C210 MM	

6

Циклы обработки: определение образцов

6.1 Основные положения

Обзор

Система ЧПУ имеет 2 цикла, при помощи которых можно выполнять группы отверстий:

Цикл	Softkey	Стр.
220 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ОКРУЖНОСТИ		Стр. 184
221 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ПРЯМЫХ		Стр. 187

Следующие циклы обработки можно комбинировать с циклами 220 и 221:

Если вам необходимо выполнить неупорядоченную группу отверстий, используйте таблицы точек **CYCL CALL PAT** (смотри „Таблицы точек” на странице 65).

Функция **PATTERN DEF** предоставляет в распоряжение другие упорядоченные группы отверстий (смотри „Определение образца PATTERN DEF” на странице 57).

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 с компенсатором, НОВИНКА
Цикл 207 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ GS без компенсатора, НОВИНКА
Цикл 208 СВЕРЛЕНИЕ И ФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 209 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ЛОМКОЙ СТРУЖКИ
Цикл 240 ЦЕНТРОВКА
Цикл 251 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН
Цикл 252 КРУГЛЫЙ КАРМАН
Цикл 253 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВОК
Цикл 254 КРУГЛАЯ КАНАВКА (только в сочетании с циклом 221)
Цикл 256 ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ОСТРОВ
Цикл 257 КРУГЛЫЙ ОСТРОВ
Цикл 262 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 263 РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ
Цикл 264 СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 265 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ И РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ
Цикл 267 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ

6.2 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ОКРУЖНОСТИ (цикл 220, DIN/ISO: G220)

Ход цикла

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу с текущей позиции к точке старта первой обработки.

Последовательность:

- 2. переход на 2-е безопасное расстояние (ось шпинделя)
- подвод к точке старта в плоскости обработки
- перемещение на безопасное расстояние над поверхностью заготовки (ось шпинделя)

2 Из этого положения ЧПУ выполняет цикл обработки, который был задан в последний раз

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-ом безопасном расстоянии)

4 Эта операция (с 1 по 3) повторяется до тех пор, пока не будет выполнена вся обработка

Учитывайте при программировании!

Цикл 220 является DEF-активным, что означает, что цикл 220 автоматически вызывает цикл обработки, заданный в последний раз.

Если один из циклов обработки с 200 по 209 или с 251 по 267 используется в комбинации с циклом 220, то безопасное расстояние, поверхность заготовки и 2-ое безопасное расстояние берутся из цикла 220.

Параметры цикла

- **Центр 1-й оси** Q216 (абсолютный): центр сегмента на главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр 2-й оси** Q217 (абсолютный): центр сегмента на вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Диаметр сегмента** Q244: диаметр сегмента. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q245 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и точкой старта первой обработки на сегменте. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **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 начальному углу; если значение конечного угла больше значения начального угла, обработка выполняется против часовой стрелки; в противном случае обработка происходит по часовой стрелке Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Шаг угла** Q247 (в инкрементах): угол между двумя обработками на сегменте; если шаг угла равен нулю, то ЧПУ рассчитывает шаг угла на основании значений начального угла, 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) Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Количество проходов** Q241: количество проходов на сегменте. Диапазон ввода от 1 до 99999

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Перемещение на безопасную высоту** Q301: определяет, как должен перемещаться инструмент между проходами:
  0: между проходами перемещение на безопасное расстояние
  1: между проходами перемещение на 2-е безопасное расстояние
  или через **PREDEF**
- **Тип перемещения? Прямая=0/окружность=1** Q365: определяет, 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-ОЙ ОСИ
      Q217=+50 ;ЦЕНТР 2-Й ОСИ
      Q244=80  ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА
      Q245=+0  ;НАЧ. УГОЛ
      Q246=+360;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ
      Q247=+0  ;ШАГ УГЛА
      Q241=8   ;КОЛИЧЕСТВО ПРОХОДОВ
      Q200=2   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q203=+30 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50  ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
      Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
      Q365=0   ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
```

6.3 ГРУППА ОТВЕРСТИЙ НА ПРЯМЫХ (цикл 221, DIN/ISO: G221)

Ход цикла

1 Система ЧПУ автоматически позиционирует инструмент с текущей позиции к точке старта первого прохода

Последовательность:

- 2. переход на 2-е безопасное расстояние (ось шпинделя)
- подвод к точке старта в плоскости обработки
- перемещение на безопасное расстояние над поверхностью заготовки (ось шпинделя)

2 Из этого положения ЧПУ выполняет цикл обработки, который был задан в последний раз

3 Затем система ЧПУ позиционирует инструмент в положительном направлении главной оси в 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 в последней точке первой строки

5 Затем ЧПУ перемещает инструмент к последней точке второй строки и выполняет проход там

6 Оттуда система ЧПУ позиционирует инструмент в отрицательном направлении главной оси в 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

Учитывайте при программировании!

Цикл 221 является DEF-активным, что означает, что цикл 221 автоматически вызывает цикл обработки, заданный в последний раз.

Если один из циклов обработки с 200 по 209 и с 251 по 267 комбинируется с циклом 221, то безопасное расстояние, поверхность заготовки, 2-ое безопасное расстояние и угол поворота действуют из цикла 221.

Если используется цикл 254 Круглая канавка вместе с циклом 221, то 0 положение канавки не допускается.

Параметры цикла

- **Начальная точка 1-ой оси** Q225 (абсолютная): координаты начальной точки 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 в 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 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности 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 или через **PREDEF**
- **Перемещение на безопасную высоту** Q301: определяет, как должен перемещаться инструмент между проходами:
  0: между проходами перемещение на безопасное расстояние
  1: между проходами перемещение на 2-е безопасное расстояние
  или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
54 CYCL DEF 221 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ПРЯМЫХ
    Q225=+15 ;ТОЧКА СТАРТА 1-ОЙ ОСИ
    Q226=+15 ;ТОЧКА СТАРТА 2-ОЙ 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. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50  ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТОЯНИЕ
    Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
```

6.4 Примеры программ

Пример: группа отверстий на окружности

0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Ввод параметров заготовки
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Определение инструмента
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Вызов инструмента
5 L Z+250 R0 FMAX M3	Вывод инструмента из материала
6 CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла сверления
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q201=-15 ;ГЛУБИНА	
Q206=250 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q202=4 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q210=0 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=0 ;2-Е БЕЗ. РАССТОЯНИЕ	
Q211=0.25 ;ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ВНИЗУ	
Q395=0.25 ;ПРИВЯЗКА ГЛУБИНЫ	

7 CYCL DEF 220 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ОКР.	Определение цикла группы отверстий на окружности 1, CYCL 200 вызывается автоматически, Q200, Q203 и Q204 действуют из цикла 220
Q216=+30 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	
Q217=+70 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	
Q244=50 ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА	
Q245=+0 ;НАЧ. УГОЛ	
Q246=+360;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ	
Q247=+0 ;ШАГ УГЛА	
Q241=10 ;КОЛИЧЕСТВО	
Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=100 ;2-Е БЕЗ. РАССТОЯНИЕ	
Q301=1 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ	
Q365=0 ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ	
8 CYCL DEF 220 ГР. ОТВЕРСТИЙ НА ОКР.	Определение цикла группы отверстий на окружности 2, CYCL 200 вызывается автоматически, Q200, Q203 и Q204 действуют из цикла 220
Q216=+90 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	
Q217=+25 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	
Q244=70 ;ДИАМЕТР СЕГМЕНТА	
Q245=+90 ;НАЧ. УГОЛ	
Q246=+360;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ	
Q247=30 ;ШАГ УГЛА	
Q241=5 ;КОЛИЧЕСТВО	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q203=+0 ;КООРД. ПОВЕРХН.	
Q204=100 ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.	
Q301=1 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ	
Q365=0 ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ	
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
10 END PGM BOHRB MM	

7

Циклы обработки: карман по контуру, протяжка контура

7.1 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 одного SL-цикла (все подпрограммы контура) ограничена. Количество возможных элементов контура зависит от вида контура (внутренний/внешний контур) и количества подконтуров и составляет как максимум 8192 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 подачу 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
- В первом кадре координат подпрограммы определяется плоскость обработки. Дополнительные оси U,V,W разрешаются только в соответствующей комбинации. В первом кадре необходимо определить обе оси плоскости обработки
- Если используются Q-параметры, то соответствующие расчеты и присвоение следует выполнять только в пределах соответствующей подпрограммы контура
- Если в подпрограмме задан незамкнутый контур, то система ЧПУ автоматически замыкает контур с помощью прямой от конечной

Пример: Схема: отработка при помощи SL-циклов

```
0 BEGIN PGM SL2 MM
...
12 CYCL DEF 14 КОНТУР ...
13 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА ...
...
16 CYCL DEF 21 ПРЕДВ. СВЕРЛ. ...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА ...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23 ЧИСТ. ОБР. ДНА ...
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24 ЧИСТ. ОБР. БОК. ОКР. ...
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
- Чтобы избежать отметин при выходе из материала, ЧПУ включает на неплавных "внутренних углах" радиус скругления, заданный глобально. Записываемый в цикле 20 радиус скругления влияет на траекторию движения центра инструмента, т.е. при необходимости, увеличивает заданное радиусом инструмента закругление (действует при чистовой обработке и чистовой обработке боковой поверхности)
- При чистовой обработке боковой поверхности инструмент подводится к контуру по круговой траектории по касательной
- При чистовой обработке на глубине система ЧПУ также подводит инструмент по круговой траектории к заготовке (например: ось шпинделя Z: круговая траектория в плоскости Z/X)
- Система ЧПУ непрерывно обрабатывает контур попутным либо встречным движением.

Бит 4 машинного параметра MP7420 определяет, куда будет позиционироваться инструмент в конце циклов с 21 по 24:

- **Бит 4 = 0:**
  В конце цикла система ЧПУ позиционирует инструмент сначала на безопасную высоту (**Q7**) по оси инструмента, заданную в цикле, а затем в точку, в которой находился инструмент при вызове цикла.
- **Бит 4 = 1:**
  В конце цикла система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту (**Q7**) по оси инструмента, заданную в цикле. Следите за тем, чтобы не произошло столкновения при дальнейших перемещениях!

Данные о размерах для обработки, такие как глубина фрезерования, припуски и безопасное расстояние, следует вводить в цикле 20 центрально как ДАННЫЕ КОНТУРА.

Обзор

Цикл	Softkey	Стр.
14 КОНТУР (требуется в обязательном порядке!)	14 LBL 1...N	Стр. 195
20 ДАННЫЕ КОНТУРА (требуются в обязательном порядке!)	20 KONTUR-DATEN	Стр. 200
21 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (используется по выбору)	21	Стр. 202
22 ВЫБОРКА (требуется в обязательном порядке!)	22	Стр. 204
23 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДНА (используется по выбору)	23	Стр. 208
24 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА БОК. ПОВЕРХНОСТИ (используется по выбору)	24	Стр. 210

Расширенные циклы:

Цикл	Softkey	Стр.
270 ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА	270	Стр. 212
25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА	25	Стр. 214
275 КАНАВКА ПО КОНТУРУ, ТРОХОИДАЛЬНО	275	Стр. 218
276 ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D	276	Стр. 223

7.2 КОНТУР (цикл 1, DIN/ISO: G37)

Учитывайте при программировании!

В цикле 14 КОНТУР перечисляются все подпрограммы, которые должны включаться в общий контур.

Учитывайте при программировании

Цикл 14 является DEF-активным, что означает, он действует с его определения в программе.

В цикле 14 можно перечислить не более 12 подпрограмм (подконтуров).

Параметры цикла

▶ **Номера меток контура**: введите все номера меток отдельных подпрограмм, из которых следует образовать общий контур. Подтвердите ввод каждого номера нажатием кнопки ENT и закончите ввод нажатием кнопки END. Ввод до 12 номеров подпрограмм от 1 до 254

7.3 Перекрывающие друг друга контуры

Основные положения

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.

Пример: NC-кадры

```
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR
13 CYCL DEF 14.1 METKA KONTURA 1/2/3/4
```

Подпрограммы: перекрывающие друг друга карманы

В последующих примерах программирования приведены 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.

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 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
```

“Разностная” площадь

Поверхность A должна обрабатываться за исключением перекрытого поверхностью B участка:

- Поверхность A должна быть карманом, а B должна быть островом.
- A должна начинаться вне 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+40 Y+50 RL
58 CC X+65 Y+50
59 C X+40 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
```

7.4 ДАННЫЕ КОНТУРА (цикл 20, DIN/ISO: G120)

Учитывайте при программировании!

В цикле 20 оператор вводит информацию обработки для подпрограмм с подконтурами.

Цикл 20 является DEF-активным - это означает, что он действует с момента его определения в программе обработки.

Знак 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.

Параметры цикла

20 KONTUR-DATEN

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна кармана. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Перекрытие траектории** коэффициент Q2: Q2 x радиус инструмента дает врезание со стороны боковой поверхности k. Диапазон ввода от -0,0001 до 1,9999
- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q4 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку глубины. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Координата поверхности заготовки** Q5 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q7 (абсолютная): абсолютная высота, на которой невозможно столкновение с заготовкой (для промежуточного позиционирования и возврата в конце цикла) Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Радиус внутреннего скругления** Q8: радиус скругления внутренних “углов”; заданное значение связано с траекторией центра инструмента и используется для плавных переходов между элементами контура. **Q8 не является радиусом, т.к. система ЧПУ добавляет его в качестве отдельного элемента контура между запрограммированными элементами!**Диапазон ввода 0 до 99999,9999
- **Направление вращения?** Q9: направление обработки карманов
  - Q9 = -1 встречная обработка карманов и островов
  - Q9 = +1 попутная обработка карманов и островов
  - Альтернативно **PREDEF**

Во время прерывания программы можно проверить параметры обработки или изменить их.

Пример: NC-кадры

```
57 CYCL DEF 20 DANNIE KONTURA
      Q1=-20      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
      Q2=1        ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ
      Q3=+0,2     ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q4=+0.1     ;ГЛУБИНА ПРИПУСКА
      Q5=+30      ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q6=2        ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q7=+80      ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q8=0.5      ;РАДИУС СКРУГЛЕНИЯ
      Q9=+1       ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ
```

7.5 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (цикл 21, DIN/ISO: G121)

Ход цикла

1 Инструмент сверлит с заданной подачей **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 подачей F на значение следующей глубины врезания
5 ЧПУ повторяет эту операцию (с 1 по 4) 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** в 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 выборки.

Учитывайте при программировании!

Учитывайте при программировании

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.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): размер, на который каждый раз врезается инструмент (знак числа при отрицательном направлении обработки “–”). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Номер/имя инструмента чистовой обработки** Q13, т.е. QS13: номер инструмента для инструмента чистовой обработки. Диапазон ввода от 0 до 32767,9 при вводе номера, максимум 32 знаков для имени

Пример: NC-кадры

```
58 CYCL DEF 21 ПРЕДВ. СВЕРЛЕНИЕ
    Q10=+5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q13=1      ;ИНСТР. ДЛЯ ЧИСТОВОЙ
                ОБР.
```

7.6 ВЫБОРКА (цикл 22, DIN/ISO: G122)

Ход цикла

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент над точкой 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 по, пока не будет достигнута программируемая глубина
5. Затем ЧПУ отводит инструмент на безопасную высоту

Учитывайте при программировании!

При необходимости используйте фрезу, имеющую по центру торцовый зуб (DIN 844) или проводите предварительное сверление при помощи цикла 21.

Характеристики погружения цикла 22 определяются параметром Q19 и в таблице инструментов, столбцы **ANGLE** и **LCUTS**:

- Если Q19=0, то ЧПУ погружает инструмент, в основном, перпендикулярно, даже если был определен угол погружения (**ANGLE**) 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, ЧПУ погружает инструмент движением по спирали с определенным **УГЛОМ**
- Если подача маятникового движения в цикле 22 определена, а **УГОЛ** в таблице инструментов не задан, ЧПУ выдает сообщение об ошибке
- Если геометрические условия такие, что нельзя погружаться по спирали (геометрия канавки), система ЧПУ пробует погружаться маятниковым движением. Длина качания в этом случае рассчитывается из **LCUTS** и **ANGLE** (длина качания = **LCUTS** / tan **ANGLE**)

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.

Уменьшение подачи при использовании параметра **Q401** - это функция FCL3, которая не отображается автоматически после обновления ПО (смотри „Уровень версии (функции обновления)” на странице 9).

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача погружения в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача черновой обработки** Q12: подача фрезерования в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Инструмент для выборки** Q18 или QS18: номер инструмента, с помощью которого ЧПУ уже выполнила выборку. Переключение на ввод названия: нажмите Softkey НАЗВАНИЕ ИНСТР. ЧПУ автоматически вставляет кавычки при выходе из поля ввода. Если выборка не осуществлялось, введите “0”; если здесь вводится какой-то номер или имя, ЧПУ выбирает только ту часть, которая не могла обрабатываться с помощью инструмента для выборки. Если невозможно подвести инструмент к участку дополнительной выборки сбоку, ЧПУ врезается маятниковым движением; для этого следует определить в таблице инструментов TOOL.T, длину режущей кромки инструмента **LCUTS** и максимальный угол погружения инструмента **ANGLE**. В противном случае ЧПУ выдаст сообщение об ошибке. Диапазон ввода от 0 до 32767,9 при вводе номера, максимум 32 знаков для имени
- **Подача маятникового движения** Q19: подача маятникового движения в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FMAX FAUTO**, **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
59 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА
    Q10=+5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q12=750    ;ПОДАЧА ФРЕЗ.
    Q18=1      ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ
                ОБР.
    Q19=150    ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА
    Q208=99999 ;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
    Q401=80    ;УМЕНЬШЕНИЕ ПОДАЧИ
    Q404=0     ;СТРАТЕГИЯ
                ДОП.ОБРАБОТКИ
```

- **Коэффициент подачи в %** Q401: процентный коэффициент, на который ЧПУ уменьшает подачу обработки (**Q12**) как только инструмент переместится при протягивании полным своим объемом в материал. Если используется уменьшение подачи, можно задать подачу выборки такой высокой, что при определенном перекрытии траекторий прохода (**Q2**) достигаются оптимальные условия резания. Система ЧПУ в этом случае уменьшает подачу на переходах или в узких местах так, как это было задано, т.о. общее время обработки должно становится короче. Диапазон ввода от 0,0001 до 100,0000
- **Стратегия чистовой обработки** Q404: определяет, как ЧПУ должна выполнить перемещение при чистовой обработке, если радиус инструмента для чистовой обработки больше половины инструмента для выборки:
  - Q404 = 0
    Перемещать инструмент между участками обработки на текущей глубине вдоль контура
  - Q404 = 1
    Поднять инструмент между участками обработки на безопасное расстояние и переместить к точке старта следующего участка

7.7 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДНА (цикл 23, DIN/ISO: G123)

Ход цикла

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.

Учитывайте при программировании!

Система ЧПУ самостоятельно устанавливает начальную точку чистовой обработки. Начальная точка зависит от вместимости кармана.

Радиус подвода для позиционирования на конечной глубине задан жестко и не зависит от угла погружения инструмента.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Подача врезания на глубину** Q11: скорость перемещения инструмента при врезании. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача чистовой обработки** Q12: подача фрезерования. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **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. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
60 CYCL DEF 23 ЧИСТ. ОБР. ДНА
    Q11=100   ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q12=350   ;ПОДАЧА ФРЕЗ.
    Q208=99999;ПОДАЧА ОБР. ХОДА
```

7.8 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА БОК. ПОВЕРХНОСТИ (цикл 24, DIN/ISO: G124)

Ход цикла

Система ЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории по касательной к подконтурам. ЧПУ выполняет чистовую обработку каждого подконтура отдельно.

Учитывайте при программировании!

Сумма припуска на чистовую обработку боковой поверхности (Q14) и радиуса инструмента для чистовой обработки должна быть меньше суммы припуска на чистовую обработку боковой поверхности (Q3, цикл 20) и радиуса инструмента для выборки.

Если отрабатывается цикл 24 без выполнения черновой обработки с циклом 22, также действует указанный вверху расчет; радиус инструмента для выборки имеет значение “0”.

Можно использовать цикл 24 также для фрезерования контура. В этом случае следует

- определять фрезеруемый контур, как отдельный остров (без описания кармана) и
- в цикле 20 вводить припуск на чистовую обработку (Q3) больше, чем сумма припуска на чистовую обработку Q14 + радиус используемого инструмента

Система ЧПУ самостоятельно устанавливает начальную точку чистовой обработки. Начальная точка зависит от вместимости кармана и запрограммированного в цикле 20 припуска. ЧПУ выполняет следующую последовательность позиционирования в начальную точку чистовой обработки: подвод к начальной точке в плоскости обработки, а затем перемещение на глубину в направлении оси инструмента.

ЧПУ рассчитывает начальную точку в зависимости от последовательности при отработке. Если выбирается цикл чистовой обработки с помощью клавиши GOTO и запускается программа, то начальная точка может находиться в другом месте, чем при отработке программы с определенной последовательностью.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Направление вращения? По часовой стрелке = –1** Q9:
  Направление обработки:
  +1:поворот против часовой стрелки
  –1:поворот по часовой стрелке
  или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q11: подача врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача чистовой обработки** Q12: подача фрезерования. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q14 (в инкрементах): припуск для многократной чистовой обработки; остатки будут удалены, если оператор введет Q14 = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Инструмент для чист. обр.** Q438 или QS438: Номер или название инструмента, которым ЧПУ выполнила чистовую обработку кармана контура. Переключение на ввод названия: нажмите Softkey НАЗВАНИЕ ИНСТР. ЧПУ автоматически вставляет кавычки при выходе из поля ввода.

  Начальная точка для окружности подвода траектории чистовой обработки находится на самой внешней траектории обработки цикла 22, который система ЧПУ рассчитывает из радиуса фрезы чистовой обработки и бокового припуска Q3 цикла 20. При вводе Q438=0 (инструмент чистовой обработки равен нулевому инструменту) вы можете через припуск на чистовую обработку Q3 в цикле 20 установить расстояние начальной точки контура. Диапазон ввода от -32767,9 до +32767,9 при вводе номера, максимум 32 знаков для имени

Пример: NC-кадры

```
61 CYCL DEF 24 CHIST. OBR. BOK. POV.
    Q9=+1      ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ
    Q10=+5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗ.
    Q14=+0     ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q438=+0    ;ИНСТР. ДЛЯ ЧИСТОВОЙ
                ОБР.
```

7.9 ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА (цикл 270, DIN/ISO: G270)

Учитывайте при программировании!

При необходимости, с помощью этого цикла можно задавать разные свойства цикла 25 **ПРОТЯЖКА КОНТУРА** и 276 **ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D**.

Учитывайте при программировании

Цикл 270 является DEF-активным - это означает, что он действует с момента его определения в программе обработки.

ЧПУ отменяет цикл 270, как только вы запрограммировали любой другой SL-цикл (исключение: цикл 25 и цикл 276).

При использовании цикла 270 в подпрограмме контура не задавайте коррекцию на радиус.

Все свойства при подводе и отводе выполняются системой ЧПУ всегда идентично (симметрично).

Задавайте цикл 270 перед циклом 25 или 276.

Параметры цикла

- **Вид подвода/отвода** Q390: задание вида подвода/отвода:
  - Q390 = 1:
    подвод к контуру по касательной по дуге окружности
  - Q390 = 2:
    подвод к контуру по касательной по прямой
  - Q390 = 3:
    Подвод к контуру перпендикулярно
- **Корр.на радиус (0=R0/1=RL/2=RR)** Q391: определение коррекции на радиус:
  - Q391 = 0:
    обработка контура без коррекции на радиус
  - Q391 = 1:
    обработка контура с коррекцией слева
  - Q391 = 2:
    обработка контура с коррекцией справа
- **Радиус подвода/отвода** Q392: действует только, если выбран плавный подвод по дуге окружности. Радиус окружности подвода/отвода. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Угол центра** Q393: действует только, если выбран плавный подвод по дуге окружности. Угол раствора окружности подвода. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Расстояние до вспомогательной точки** Q394: действует только при плавном подводе по прямой или при перпендикулярном подводе. Расстояние до вспомогательной точки, от которой выполняется подвод к контуру. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
62 CYCL DEF 270 DANNIE PROTAZHKI
KONTURA
      Q390=1     ;ВИД ПОДВОДА
      Q391=1     ;КОРРЕКЦИЯ НА РАДИУС
      Q392=3     ;РАДИУС
      Q393=+45   ;УГОЛ ЦЕНТРА
      Q394=+2    ;РАССТОЯНИЕ
```

7.10 ПРОТЯЖКА КОНТУРА (цикл 25, DIN/ISO: G125)

Ход цикла

С помощью этого цикла в комбинации с циклом 14 **КОНТУР** можно обрабатывать открытые и закрытые контуры.

При обработке контура цикл 25 **ПРОТЯЖКА КОНТУРА** обладает значительными преимуществами по сравнению с кадрами позиционирования:

- ЧПУ выполняет контроль появления отметок и повреждений контура во время обработки. Проверка контура с помощью тестовой графики
- Если радиус инструмента слишком большой, то следует дополнительно обработать контур на внутренних углах с помощью функции **автоматического распознавания оставшегося материала**
- Обработку можно выполнять непрерывно, попутным или встречным движением. Вид фрезерования сохраняется даже при зеркальном отображении контуров на одной оси
- За несколько врезаний система ЧПУ может перемещать инструмент туда и обратно (маятниковая обработка): Благодаря этому сокращается время обработки.
- Можно вводить припуски для выполнения черновой и чистовой обработки за несколько рабочих ходов
- С помощью цикла 270 ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА вы можете удобно настроить работу цикла 25

Учитывайте при программировании!

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

При использовании цикла 25 **ПРОТЯЖКА КОНТУРА** в цикле 14 **КОНТУР** вы можете задавать только одну подпрограмму контура.

Память для SL-цикла ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 4090 элементов контура.

Системе ЧПУ не требуется цикл 20 **ДАННЫЕ КОНТУРА** в сочетании с циклом 25.

В подпрограмме контура не используются кадры подвода и отвода **APPR/DEP**.

В подпрограмме контура не выполняются расчеты Q-параметров.

Используйте цикл **ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА**, чтобы настроить режим работы цикла 25 при отработке (смотри „ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА (цикл 270, DIN/ISO: G270)” на странице 212)

Внимание, 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.
- По всем осям необходимо подводить инструмент на определенную (абсолютную) позицию, поскольку позиция инструмента в конце цикла не совпадает с его позицией в начале цикла.
- Если для подвода и отвода к контуру вы используете кадры **APPR** или **DEP**, то система ЧПУ следит за тем, чтобы эти кадры не привели к повреждению контура.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном профиля. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Коорд. поверхности заготовки** Q5 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки относительно ее нулевой точки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q7 (абсолютная): абсолютная высота, на которой невозможно столкновение инструмента с заготовкой; позиция, на которую возвращается инструмент в конце цикла. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача при перемещениях по оси шпинделя. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача при фрезеровании** Q12: подача при перемещениях в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования? Встречное** = **–1** Q15:
  Попутное фрезерование: введите = +1
  Встречное фрезерование: введите = -1
  Попеременное попутное и встречное фрезерование с несколькими врезаниями: введите = 0

Пример: NC-кадры

```
62 CYCL DEF 25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА
    Q1=-20      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
    Q3=+0       ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q5=+0       ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q7=+50      ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q10=+5      ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100     ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q12=350     ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q15=-1      ;ТИП ФРЕЗ.
    Q18=0       ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ
                 ОБР.
    Q446=0.01   ;ОСТАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ
    Q447=10     ;РАССТОЯНИЕ СОЕДИНЕНИЯ
    Q448=2      ;ПРОДОЛЖЕНИЕ
                 ТРАЕКТОРИИ
```

- **Инструмент для выборки** Q18 или QS18: Номер или название инструмента, которым ЧПУ уже выполнила выборку контура. Переключение на ввод названия: нажмите Softkey НАЗВАНИЕ ИНСТР. ЧПУ автоматически вставляет кавычки при выходе из поля ввода. Если выборка не осуществлялась, то вводится «0» и система ЧПУ обрабатывает контур, насколько это максимально возможно, активным инструментом; если здесь вводится какой-то номер или имя, ЧПУ выбирает только ту часть, которая не могла обрабатываться с помощью инструмента для выборки. Диапазон ввода от 0 до 32767,9 при вводе номера, максимум 32 знаков для имени
- **Акцептированный остаточный материал** Q446: толщина остаточного материала, начиная с которой система ЧПУ не должна больше выполнять обработку контура. Значение по умолчанию 0,01 мм. Диапазон ввода от 0 до +9,999
- **Максимальное расстояние соединения** Q447: Максимальное расстояние между двумя участками обработки, куда следует переместить инструмент еще без движения отвода на глубину обработки вдоль контура. Диапазон ввода от 0 до 999
- **Продолжение траектории** Q448: величина продолжения траектории инструмента в начале и в конце контура. Система ЧПУ всегда продолжает траекторию инструмента только параллельно контуру. Установить тип подвода и отвода при чистовой обработке через цикл 270. Диапазон ввода от 0 до 99,999

7.11 КАНАВКА ПО КОНТУРУ ВИХРЕВЫМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ (цикл 275, DIN/ISO: G275)

Ход цикла

С помощью этого цикла в комбинации с циклом 14 **КОНТУР** можно полностью обрабатывать **открытые** контуры или канавки по контуру методом вихревого фрезерования.

Вихревое фрезерование позволяет выполнять перемещения с большой скоростью и глубиной резания, т.к. благодаря равномерным условиям резания не возникают эффекты, увеличивающие износ инструмента. При использовании режущих пластин вы можете использовать всю длину резания и увеличить таким образом объем стружки на зуб. К тому же вихревое фрезерование щадит механику станка. Если вы будете использовать этот метод фрезерования в сочетании с адаптивным управлением подачей **AFC** (опция ПО, см. руководство пользователя "Диалог программирования открытым текстом"), то это поможет значительно сэкономить время.

В зависимости от параметров цикла можно использовать следующие обработки:

- Полная обработка: черновая, чистовая боковой поверхности
- только черновая обработка
- только чистовая обработка боковой поверхности

Черновая обработка
Описание контура незамкнутой канавки всегда должно начинаться кадром приближения (**APPR**).

1. Инструмент перемещается с помощью алгоритма позиционирования к начальной точке обработки, которая получается из заданных в **APPR**-кадре параметров, и по перпендикуляру перемещается на первую глубину врезания
2. Система ЧПУ выполняет выборку канавки круговыми движениями до конечной точки контура. Во время круговых движений система ЧПУ смещает инструмент в направлении обработки на заданную вами подачу (**Q436**). Попутное или встречное круговое движение задается в параметре **Q351**
3. В конечной точке система ЧПУ перемещает инструмент на безопасную высоту и позиционирует его назад в начальную точку описания контура
4. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута глубина канавки

Чистовая обработка

5. Если определены припуски на чистовую обработку, ЧПУ выполняет чистовую обработку стенок канавки, если это задано, то за несколько врезаний. Подвод к стенке канавки выполняется в зависимости от начальной точки, получаемой из APPR-кадра. При этом ЧПУ учитывает попутное/встречное движение

Пример: КАНАВКА ПО КОНТУРУ, ТРОХОИДАЛЬНО

```
0 BEGIN PGM CYC275 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR
13 CYCL DEF 14.1 METKA KONTURA 10
14 CYCL DEF 275 КАНАВКА ПО КОНТ. ВИХР.
ФРЕЗ. ...
15 CYCL CALL M3
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 10
...
55 LBL 0
...
99 END PGM CYC275 MM
```

Учитывайте при программировании!

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, то система ЧПУ не выполняет цикл.

При использовании цикла 275 **КАНАВКА ПО КОНТУРУ ВИХРЕВЫМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ** в цикле 14 **КОНТУР** вы можете задавать только одну подпрограмму контура.

В подпрограмме контура задается средняя линия канавки со всеми доступными функциями траекторий.

Память SL-циклов ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 4090 элементов контура.

Системе ЧПУ не требуется цикл 20 **ДАННЫЕ КОНТУРА** в сочетании с циклом 275.

Обработка закрытого контура с помощью цикла 275 невозможна.

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание возможных столкновений:

- Не программируйте составные размеры сразу же после цикла 275, поскольку они будут относиться к положению инструмента в конце цикла.
- По всем главным осям необходимо подводить инструмент к заданной (абсолютной) позиции, поскольку позиция инструмента в конце цикла не совпадает с его позицией в начале цикла.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Объем обработки (0/1/2)**Q215: определение объема обработки:
  0: черновая и чистовая обработка
  1: только черновая обработка
  2: только чистовая обработка
  ЧПУ выполняет чистовую обработку боковой поверхности даже в том случае, если припуск (Q368) задан равным 0
- **Ширина канавки** Q219: введите ширину канавки; если заданная ширина канавки равна диаметру инструмента, то ЧПУ просто перемещает инструмент вдоль заданного контура. Диапазон ввода от 0 до 99999.9999
- **Припуск на чистовую обработку стороны** Q368 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки
- **Врезание за оборот** Q436 (абсолютное): значение, на которое система ЧПУ перемещает инструмент в направлении обработки за оборот. Диапазон ввода: от 0 до 99999,9999
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999.999 или с помощью **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования** Q351: вид обработки фрезерованием при M3:
  +1 = попутное фрезерование
  –1 = встречное фрезерование
  или через **PREDEF**

- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна канавки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую инструмент каждый раз производит врезание; введите значение больше 0. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость движения инструмента при врезании на глубину в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999, либо через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Врезание при чистовой обработке** Q338 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент по оси шпинделя при чистовой обработке. Q338=0: чистовая обработка за одно врезание. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача при чистовой обработке** Q385: скорость перемещения инструмента при чистовой обработке боковой стороны в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или с помощью **FAUTO**, **FU**, **FZ**

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Координата поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): абсолютная координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в приращениях): координата по оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Стратегия погружения** Q366: вид врезания:
  - 0 = перпендикулярное врезание. Независимо от определенного в таблице инструментов угла врезания **ANGLE** система ЧПУ погружает инструмент перпендикулярно
  - 1: без функции
  - 2 = врезание маятниковым движением. В таблице инструментов угол врезания **ANGLE** для активного инструмента должен быть задан неравным 0. В противном случае ЧПУ выдаст сообщение об ошибке
  - Альтернативно **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
8 CYCL DEF 275 КАНАВКА ПО КОНТ. ВИХР. ФРЕЗ.
      Q215=0     ;ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
      Q219=12    ;ШИРИНА ПАЗА
      Q368=0.2   ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q436=2     ;ВРЕЗ. ЗА ОБОРОТ
      Q207=500   ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q351=+1    ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q201=-20   ;ГЛУБИНА
      Q202=5     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q206=150   ;ПОДАЧА ВРЕЗ. НА ГЛУБ.
      Q338=5     ;ВРЕЗАНИЕ ЧИСТ. ОБРАБ.
      Q385=500   ;ПОДАЧА ЧИСТ.ОБР.
      Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q203=+0    ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q204=50    ;2. БЕЗОП. РАССТ.
      Q366=2     ;ВРЕЗАНИЕ
9 CYCL CALL FMAX M3
```

7.12 ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D (цикл 25 276, DIN/ISO: G276)

Ход цикла

С помощью этого цикла в комбинации с циклом 14 **КОНТУР** можно обрабатывать открытые и закрытые контуры. При необходимости вы можете дополнительно обработать контур на внутренних углах с помощью функции автоматического распознавания оставшегося материала.

Цикл 276 **ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D** в отличие от цикла **25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА** может интерпретировать координаты по оси инструмента (Z-оси), заданные в подпрограмме контура. Благодаря этому можно простым способом обрабатывать, например, контуры, созданные в CAM-системе.

Обработка контура без подачи: глубина фрезерования Q1=0

1 Согласно логике позиционирования инструмент перемещается в начальную точку обработки, вытекающую из первой точки контура выбранного направления обработки и выбранной функции подвода
2 Система ЧПУ выполняет плавный подвод к контуру и обрабатывает его до конца
3 В конечной точке контура система ЧПУ перемещает инструмент по касательной от контура. Функцию отвода система ЧПУ выполняет точно так же, как и функцию подвода
4 Затем ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту

Обработка контура с подачей: глубина фрезерования Q1 не равна 0 и задана подача на врезание в глубину Q10

1 Согласно логике позиционирования инструмент перемещается в начальную точку обработки, вытекающую из первой точки контура выбранного направления обработки и выбранной функции подвода
2 Система ЧПУ выполняет плавный подвод к контуру и обрабатывает его до конца
3 В конечной точке контура система ЧПУ перемещает инструмент по касательной от контура. Функцию отвода система ЧПУ выполняет точно так же, как и функцию подвода
4 Если выбрана обработка маятниковым движением (**Q15=0**), система ЧПУ выполняет перемещение на следующую глубину подачи и обрабатывает контур назад до первоначальной точки старта. В противном случае система ЧПУ перемещает инструмент назад на безопасную высоту к начальной точке обработки, а от туда - на следующую глубину подачи. Функцию отвода система ЧПУ выполняет точно так же, как и функцию подвода
5 Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина
6 Затем ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту

Учитывайте при программировании!

Первый кадр в подпрограмме контура должен содержать значения по всем трем осям - X, Y и Z.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. При программировании нулевой глубины система ЧПУ выполняет цикл в заданных в подпрограмме контура координатах по оси инструмента.

При использовании цикла 25 **ПРОТЯЖКА КОНТУРА** в цикле 14 **КОНТУР** вы можете задавать только одну подпрограмму контура.

Память для SL-цикла ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 4090 элементов контура.

Системе ЧПУ не требуется цикл 20 **ДАННЫЕ КОНТУРА** в сочетании с циклом 276.

Следите за тем, чтобы инструмент находился над заготовкой по оси инструмента во время вызова цикла, в противном случае система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.

Используйте цикл **ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА**, чтобы настроить режим работы цикла 276 при отработке (смотри „ДАННЫЕ ПРОТЯЖКИ КОНТУРА (цикл 270, DIN/ISO: G270)” на странице 212)

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание возможных столкновений:

- Перед вызовом цикла позиционируйте инструмент по оси инструмента так, чтобы система ЧПУ могла выполнить подвод к началу контура без столкновений. Если при вызове цикла текущая позиция инструмента находится ниже безопасной высоты, система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.
- Если для подвода и отвода к контуру вы используете кадры**APPR** или **DEP**, то система ЧПУ следит за тем, чтобы эти кадры не привели к повреждению контура.
- Не программируйте составные размеры сразу же после цикла 276, 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.

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном профиля. Если глубина фрезерования Q1 = 0 и глубина подачи на врезания Q10 = 0, тогда система ЧПУ обрабатывает контур в соответствии с Z-значениями, заданными в подпрограмме контура. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q7 (абсолютная): абсолютная высота, на которой невозможно столкновение инструмента с заготовкой; позиция, на которую возвращается инструмент в конце цикла. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Действует только тогда, когда глубина фрезерования задана не равной 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача при перемещениях по оси шпинделя. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача при фрезеровании** Q12: подача при перемещениях в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Вид фрезерования? Встречное** = **–1** Q15:
  Попутное фрезерование: введите = +1
  Встречное фрезерование: введите = -1
  Попеременное попутное и встречное фрезерование с несколькими врезаниями: введите = 0

Пример: NC-кадры

```
62 CYCL DEF 276 ПРОТЯЖКА КОНТУРА 3D
      Q1=-20      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
      Q3=+0       ;ПРИПУСК СБОКУ
      Q7=+50      ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q10=+5      ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
      Q11=100     ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
      Q12=350     ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q15=-1      ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q18=0       ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ
                   ОБР.
      Q446=0.01   ;ОСТАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ
      Q447=10     ;РАССТОЯНИЕ СОЕДИНЕНИЯ
      Q448=2      ;ПРОДОЛЖЕНИЕ
                   ТРАЕКТОРИИ
```

- **Инструмент для выборки** Q18 или QS18: Номер или название инструмента, которым ЧПУ уже выполнила выборку контура. Переключение на ввод названия: нажмите Softkey НАЗВАНИЕ ИНСТР. ЧПУ автоматически вставляет кавычки при выходе из поля ввода. Если выборка не осуществлялась, то вводится «0» и система ЧПУ обрабатывает контур, насколько это максимально возможно, активным инструментом; если здесь вводится какой-то номер или имя, ЧПУ выбирает только ту часть, которая не могла обрабатываться с помощью инструмента для выборки. Диапазон ввода от 0 до 32767,9 при вводе номера, максимум 32 знаков для имени
- **Акцептированный остаточный материал** Q446: толщина остаточного материала, начиная с которой система ЧПУ не должна больше выполнять обработку контура. Значение по умолчанию 0,01 мм. Диапазон ввода от 0 до +9,999
- **Максимальное расстояние соединения** Q447: Максимальное расстояние между двумя участками обработки, куда следует переместить инструмент еще без движения отвода на глубину обработки вдоль контура. Диапазон ввода от 0 до 999
- **Продолжение траектории** Q448: величина продолжения траектории инструмента в начале и в конце контура. Система ЧПУ всегда продолжает траекторию инструмента только параллельно контуру. Диапазон ввода от 0 до 99,999

7.13 Примеры программ

Пример: выборка и чистовая обработка кармана

0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Ввод параметров заготовки
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Вызов инструмента для выборки, диаметр 30
4 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Определение подпрограммы контура
6 CYCL DEF 14.1 METKA KONTURA 1	
7 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА	Определение общих параметров обработки
Q1=-20 ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.	
Q2=1 ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q4=+0 ;ГЛУБИНА ПРИПУСКА	
Q5=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q7=+100 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	
Q8=0.1 ;РАДИУС СКРУГЛЕНИЯ	
Q9=-1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	

8 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА	Определение цикла выборки
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=350 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q18=0 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ОБР.	
Q19=150 ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА	
Q208=30000;ПОДАЧА ОБР. ХОДА	
Q401=100 ;КОЭФФ.ПОДАЧИ	
Q404=0 ;СТРАТЕГИЯ ДОП.ОБРАБОТКИ	
9 CYCL CALL M3	Вызов цикла выборки
10 L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Вызов инструмента для чистовой обработки, диаметр 15
12 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА	Определение цикла чистовой обработки
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=350 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q18=1 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ОБР.	
Q19=150 ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА	
Q208=30000;ПОДАЧА ОБР. ХОДА	
Q401=100 ;КОЭФФ.ПОДАЧИ	
Q404=0 ;СТРАТЕГИЯ ДОП.ОБРАБОТКИ	
13 CYCL CALL M3	Вызов цикла чистовой обработки
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
15 LBL 1	Подпрограмма контура
16 L X+0 Y+30 RR	
17 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
19 FSELECT 3	
20 FPOL X+30 Y+30	
21 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
22 FSELECT 2	
23 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
24 FSELECT 3	
25 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	

26 FSELECT 2	
27 LBL 0	
28 END PGM C20 MM	

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 CALL 1 Z S2500	Вызов инструмента сверло, диаметр 12
4 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
5 CYCL DEF 14.0 КОНТУР	Определение подпрограмм контура
6 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1/2/3/4	
7 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА	Определение общих параметров обработки
Q1=-20 ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.	
Q2=1 ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ	
Q3=+0,5 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q4=+0,5 ;ГЛУБИНА ПРИПУСКА	
Q5=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q7=+100 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	
Q8=0.1 ;РАДИУС СКРУГЛЕНИЯ	
Q9=-1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	

8 CYCL DEF 21 ПРЕДВ. СВЕРЛЕНИЕ	Определение цикла предварительного сверления
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=250 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q13=2 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБР.	
9 CYCL CALL M3	Вызов цикла предварительного сверления
10 L +250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Вызов инструмента черновая/чистовая обработка, диаметр 12
12 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА	Определение цикла выборки
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=350 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q18=0 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ОБР.	
Q19=150 ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА	
Q208=30000;ПОДАЧА ОБР. ХОДА	
Q401=100 ;КОЭФФ.ПОДАЧИ	
Q404=0 ;СТРАТЕГИЯ ДОП.ОБРАБОТКИ	
13 CYCL CALL M3	Вызов цикла выборки
14 CYCL DEF 23 ЧИСТ. ОБР. ДНА	Определение цикла чистовой обработки дна
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=200 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q208=30000;ПОДАЧА ОБР. ХОДА	
15 CYCL CALL	Вызов цикла чистовой обработки дна
16 CYCL DEF 24 CHIST. OBR. BOK. POV.	Определение цикла чистовой обработки боковой поверхности
Q9=+1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=400 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q14=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
17 CYCL CALL	Вызов цикла чистовой обработки боковой поверхности
18 L Z+250 R0 FMAX M2	Отвод инструмента, конец программы

19 LBL 1	Подпрограмма контура 1: карман слева
20 CC X+35 Y+50	
21 L X+10 Y+50 RR	
22 C X+10 DR-	
23 LBL 0	
24 LBL 2	Подпрограмма контура 2: карман справа
25 CC X+65 Y+50	
26 L X+90 Y+50 RR	
27 C X+90 DR-	
28 LBL 0	
29 LBL 3	Подпрограмма контура 3: четырехугольный остров слева
30 L X+27 Y+50 RL	
31 L Y+58	
32 L X+43	
33 L Y+42	
34 L X+27	
35 LBL 0	
36 LBL 4	Подпрограмма контура 4: треугольный остров справа
39 L X+65 Y+42 RL	
37 L X+57	
38 L X+65 Y+58	
39 L X+73 Y+42	
40 LBL 0	
41 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, диаметр 20
4 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
5 CYCL DEF 14.0 КОНТУР	Определение подпрограммы контура
6 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА1	
7 CYCL DEF 25 ПРОТЯЖКА КОНТУРА	Определение параметров обработки
Q1=-20 ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q5=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q7=+250 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=200 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q15=+1 ;ТИП ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
8 CYCL CALL M3	Вызов цикла
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Отвод инструмента, 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	

8

Циклы обработки: боковая поверхность цилиндра

8.1 Основные положения

Обзор циклов обработки боковой поверхности цилиндра

Цикл	Softkey	Стр.
27 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА		Стр. 239
28 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование канавки		Стр. 242
29 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование ребра		Стр. 245
39 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА фрезерование внешнего контура		Стр. 248

8.2 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА (цикл 27, DIN/ISO: G127, опция ПО 1)

Ход цикла

С помощью этого цикла можно перенести контур, определенный на образующей, на боковую поверхность цилиндра. Для фрезерования ведущих канавок на цилиндре используйте цикл 28.

Контур описывается в подпрограмме, определенной с помощью цикла 14 (КОНТУР).

Подпрограмма содержит координаты для круговой оси (например, C-оси) и параллельной ей оси (например, оси шпинделя). Существуют следующие функции траектории **L**, **CHF**, **CR**, **RND**, **APPR** (кроме **APPR LCT**) и **DEP**.

Координаты круговой оси можно вводить как в градусах, так и в мм (дюймах) (задается при определении цикла).

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 обратно 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

Учитывайте при программировании

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены к интерполяции боковой поверхности цилиндра производителем станка. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

В первом NC-кадре подпрограммы контура программируйте всегда обе координаты боковой поверхности цилиндра.

Память для SL-цикла ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 8192 элементов контура.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, то система ЧПУ не выполняет цикл.

Используйте фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (DIN 844).

Цилиндр должен быть закреплен в центре круглого стола.

Ось шпинделя должна быть перпендикулярна оси поворотного стола. Если это не так, система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.

Этот цикл также можно выполнить при наклонной плоскости обработки.

Параметры цикла

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск на чистовую обработку в плоскости развертки боковой поверхности; припуск действителен в направлении поправки на радиус. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача при перемещениях по оси шпинделя. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача фрезерования** Q12: подача при перемещениях в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Тип размеров? Градусы =0 MM/INCH (ДЮЙМЫ)=1** Q17: программируйте координаты оси вращения в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)

Пример: NC-кадры

```
63 CYCL DEF 27 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА
    Q1=-8      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+0      ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
```

8.3 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА, фрезерование канавки (цикл 28, DIN/ISO: G128, опция ПО- 1)

Ход цикла

С помощью этого цикла определенную на образующей направляющую канавку можно перенести на боковую поверхность цилиндра. В отличие от цикла 27, в этом цикле система ЧПУ устанавливает инструмент так, что при активной поправке на радиус стенки всегда находятся почти параллельно по отношению друг к другу. Стенки, расположенные ровно параллельно друг к другу, можно получить, используя 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 точкой 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 или на запрограммированную в последнем перед циклом позицию (зависит от параметра станка 7420)

Учитывайте при программировании!

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены к интерполяции боковой поверхности цилиндра производителем станка. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

В первом NC-кадре подпрограммы контура программируйте всегда обе координаты боковой поверхности цилиндра.

Память SL-циклов ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 8192 элементов контура.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Используйте фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (DIN 844).

Цилиндр должен быть закреплен в центре круглого стола.

Ось шпинделя должна быть перпендикулярна оси поворотного стола. Если это не так, система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.

Этот цикл также можно выполнить при наклонной плоскости обработки.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск для чистовой обработки стенки канавки. Из-за припуска на чистовую обработку заданная ширина канавки уменьшается при обработке в два раза. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача при перемещениях по оси шпинделя. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача при фрезеровании** Q12: подача при перемещениях в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Тип размеров? Градусы =0 MM/INCH (ДЮЙМЫ)=1** Q17: программируйте координаты оси вращения в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)
- **Ширина канавки** Q20: ширина канавки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **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 допустимое 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. **Рекомендация**: используйте допуск 0,02 мм. **Функция неактивна**: введите 0 (базовая настройка). Диапазон ввода от 0 до 9,9999

Пример: NC-кадры

```
63 CYCL DEF 28 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА
    Q1=-8      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+0      ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛ.
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
    Q20=12     ;ШИРИНА КАНАВКИ
    Q21=0      ;ДОПУСК
```

8.4 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА, фрезерование ребра (цикл 29, DIN/ISO: G129, опция ПО- 1)

Ход цикла

С помощью этого цикла можно перенести определенное на образующей ребро на боковую поверхность цилиндра. Система ЧПУ так устанавливает инструмент во время выполнения этого цикла, что при активной поправке на радиус стенки всегда находятся параллельно по отношению друг к другу. Программируйте траекторию центра ребра с заданием поправки на радиус инструмента. С помощью поправки на радиус определяется, как ЧПУ выполняет ребро - попутно или встречно.

В конечных точках ребра ЧПУ, как правило, добавляет полукруг, радиус которого соответствует половине ширины ребра.

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент над точкой старта обработки. Точку старта ЧПУ рассчитывает на основании значений ширины ребра и диаметра инструмента. Эта точка находится (со смещением на половину ширины ребра 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 (2, RR=встречно)
2. После того, как система ЧПУ позиционирует инструмент на первую глубину врезания, инструмент плавно перемещается по дуге окружности к стенке ребра 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 ребра до тех пор, пока ребро не будет изготовлено полностью
4. После чего инструмент возвращается в точку старта на плоскости обработки по касательной к контуру
5. Шаги с 2 по 4 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1
6. Затем инструмент возвращается по оси инструмента на безопасную высоту или на запрограммированную в последнем перед циклом позицию (зависит от параметра станка 7420)

Учитывайте при программировании!

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены к интерполяции боковой поверхности цилиндра производителем станка. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

В первом NC-кадре подпрограммы контура программируйте всегда обе координаты боковой поверхности цилиндра.

Обращайте внимание на то, чтобы инструмент всегда имел достаточно места для движений подвода и отвода сбоку.

Память SL-циклов ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 8192 элементов контура.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Цилиндр должен быть закреплен в центре круглого стола.

Ось шпинделя должна быть перпендикулярна оси поворотного стола. Если это не так, система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.

Этот цикл также можно выполнить при наклонной плоскости обработки.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку боковой поверхности** Q3 (в инкрементах): припуск для чистовой обработки на стенке ребра. Из-за добавления припуска на чистовую обработку ширина ребра увеличивается в два раза по отношению к записанному значению. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача при перемещениях по оси шпинделя. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача фрезерования** Q12: подача при перемещениях в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Тип размеров? Градусы =0 MM/INCH (ДЮЙМЫ)=1** Q17: программируйте координаты оси вращения в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)
- **Ширина ребра** Q20: ширина выполняемого ребра. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
63 CYCL DEF 29 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА
РЕБРО
    Q1=-8      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+0      ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛ.
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
    Q20=12     ;ШИРИНА РЕБРА
```

8.5 БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРА, фрезерование внешнего контура (цикл 39, DIN/ISO: G139, опция ПО- 1)

Ход цикла

С помощью этого цикла можно перенести контур, определенный для образующей, на боковую поверхность цилиндра. Система ЧПУ так устанавливает инструмент во время выполнения этого цикла, что при активной поправке на радиус стенки всегда находятся параллельно по отношению друг к другу.

В отличие от циклов 28 и 29 в этом цикле в подпрограмме контура определяется действительно изготавливаемый контур.

1. Система ЧПУ позиционирует инструмент над точкой старта обработки. Система ЧПУ устанавливает точку старта со смещением на диаметр инструмента рядом с первой точкой, заданной в подпрограмме (установка по умолчанию)
2. После того, как система ЧПУ позиционирует инструмент на первую глубину врезания, инструмент плавно перемещается по дуге окружности к контуру 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 контура до тех пор, пока контур не будет изготовлен полностью
4. После чего инструмент возвращается в точку старта на плоскости обработки по касательной к контуру
5. Шаги с 2 по 4 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1
6. Затем инструмент возвращается по оси инструмента на безопасную высоту или на запрограммированную в последнем перед циклом позицию (зависит от параметра станка 7420)

В машинном параметре 7680, бит 16 можно задать тип подвода для цикла 39:

- Бит 16 = 0:
  Выполнять подвод и отвод по касательной.
- Бит 16 = 1:
  В начальной точке контура переместиться на глубину по перпендикуляру, не подводя инструмент по касательной; в конечной точке контура также переместиться перпендикулярно вверх.

Учитывайте при программировании!

Станок и система ЧПУ должны быть подготовлены к интерполяции боковой поверхности цилиндра производителем станка. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

В первом NC-кадре подпрограммы контура программируйте всегда обе координаты боковой поверхности цилиндра.

Обращайте внимание на то, чтобы инструмент всегда имел достаточно места для движений подвода и отвода сбоку.

Память SL-циклов ограничена. В одном SL-цикле можно запрограммировать не более 8192 элементов контура.

Знак параметра цикла Глубина определяет направление обработки. Если для глубины задается значение, равное нулю, система ЧПУ не выполняет цикл.

Цилиндр должен быть закреплен в центре круглого стола.

Ось шпинделя должна быть перпендикулярна оси поворотного стола. Если это не так, система ЧПУ выдаст сообщение об ошибке.

Этот цикл также можно выполнить при наклонной плоскости обработки.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Глубина фрезерования** Q1 (в инкрементах): расстояние между боковой поверхностью цилиндра и дном контура. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку сбоку** Q3 (в инкрементах): припуск для чистовой обработки стенки контура. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q6 (в инкрементах): расстояние между торцевой стороной инструмента и боковой поверхностью цилиндра. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Глубина врезания** Q10 (в инкрементах): глубина, на которую врезается инструмент за один проход. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача на врезание** Q11: подача при перемещениях по оси шпинделя. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача при фрезеровании** Q12: подача при перемещениях в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Радиус цилиндра** Q16: радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Тип размеров? Градусы =0 MM/INCH (ДЮЙМЫ)=1** Q17: программируйте координаты оси вращения в подпрограмме в градусах или мм (дюймах)

Пример: NC-кадры

```
63 CYCL DEF 39 ОБРАЗ.ЦИЛИНДРА КОНТУР
    Q1=-8      ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.
    Q3=+0      ;ПРИПУСК СБОКУ
    Q6=+0      ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q10=+3     ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q11=100    ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛ.
    Q12=350    ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q16=25     ;РАДИУС
    Q17=0      ;ТИП РАЗМЕРОВ
```

8.6 Примеры программ

Пример: боковая поверхность цилиндра - цикл 27

Замечания:

- Станок с B-головкой и C-столом
- Цилиндр закреплен в центре круглого стола
- Точка привязки находится в центре круглого стола

0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Вызов инструмента, диаметр 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	Позиционирование инструмента в центре круглого стола
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	Наклон
5 CYCL DEF 14.0 КОНТУР	Определение подпрограммы контура
6 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1	
7 CYCL DEF 27 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА	Определение параметров обработки
Q1=-7 ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q10=4 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=250 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q16=25 ;РАДИУС	
Q17=1 ;ТИП РАЗМЕРОВ	

8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	Предпозиционирование круглого стола, шпиндель вкл., вызов цикла
9 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
10 PLANE RESET TURN FMAX	Отмена поворота, отмена функции PLANE
11 M2	Конец программы
12 LBL 1	Подпрограмма контура
13 L C+40 X+20 RL	Данные оси вращения в мм (Q17=1), перемещение по оси X из-за поворота на 90°
14 L C+50	
15 RND R7.5	
16 L X+60	
17 RND R7.5	
18 L IC-20	
19 RND R7.5	
20 L X+20	
21 RND R7.5	
22 L C+40	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	

Пример: боковая поверхность цилиндра - цикл 28

Замечания:

- Цилиндр закреплен в центре круглого стола
- Станок с B-головкой и C-столом
- Точка привязки находится в центре круглого стола
- Описание траектории точки центра в подпрограмме контура

0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Вызов инструмента, ось инструмента Z, диаметр 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
3 L X+50 Y+0 R0 FMAX	Позиционирование инструмента в центре круглого стола
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX	Наклон
5 CYCL DEF 14.0 КОНТУР	Определение подпрограммы контура
6 CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1	
7 CYCL DEF 28 БОК. ПОВ. ЦИЛИНДРА	Определение параметров обработки
Q1=-7 ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.	
Q3=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q6=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
Q10=-4 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=250 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	
Q16=25 ;РАДИУС	
Q17=1 ;ТИП РАЗМЕРОВ	
Q20=10 ;ШИРИНА КАНАВКИ	
Q21=0.02 ;ДОПУСК	Дополнительная обработка активна

8 L C+0 R0 FMAX M3 M99	Предпозиционирование круглого стола, шпиндель вкл., вызов цикла
9 L Z+250 R0 FMAX	Отвод инструмента
10 PLANE RESET TURN FMAX	Отмена поворота, отмена функции PLANE
11 M2	Конец программы
12 LBL 1	Подпрограмма контура, описание траектории точки центра
13 L C+40 X+0 RL	Данные оси вращения в мм (Q17=1), перемещение по оси X из-за поворота на 90°
14 L X+35	
15 L C+60 X+52,5	
16 L X+70	
17 LBL 0	
18 END PGM C28 MM	

9

Циклы обработки: описание кармана по контуру формулой

9.1 SL-циклы со сложной формулой контура

Основные положения

С помощью SL-циклов и сложных формул можно создавать сложные контуры, состоящие из подконтуров (карманов или островов). Отдельные подконтуры задаются как программы. Таким образом, подконтуры можно использовать несколько раз. Из выбранных подконтуров, связанных формулой контура, система ЧПУ рассчитывает весь контур.

Память для одного SL-цикла (все программы контура) ограничена **128 контурами**. Количество возможных элементов контура зависит от типа контура (внутренний/наружный) и количества описаний контура, и составляет максимум **8192** элементов контура.

SL-циклы с формулой контура исходят из предпосылки структурированного построения программы и предоставляют возможность сохранять повторяющиеся контуры в отдельных программах. При помощи формулы контура Вы соединяете подконтуры в один общий контур и определяете, является он карманом или островом.

Функция SL-циклов с формулой контура находится в нескольких разделах системы ЧПУ и служит основой для дальнейшей работы.

Пример: Схема: отработка с помощью SL-циклов и сложной формулой контура

```
0 BEGIN PGM КОНТУР MM
...
5 SEL CONTOUR “МОДЕЛЬ“
6 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА ...
8 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23 ЧИСТ. ОБР. ДНА ...
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24 ЧИСТ. ОБР. БОК. ПОВ....
17 CYCL CALL
63 L Z+250 R0 FMAX M2
64 END PGM КОНТУР MM
```

Свойства подконтуров

- Система ЧПУ распознает все контуры как карман. Не программируйте поправку на радиус. В формуле контура методом отрицания можно преобразить карман в остров.
- Система ЧПУ игнорирует подачу F и дополнительные функции M
- 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
- Подпрограммы могут содержать координаты по оси шпинделя, но они игнорируются
- В первом кадре координат подпрограммы определяется плоскость обработки. Допускаются дополнительные оси U,V,W

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, т.е. инструмент не останавливается и не остается следа от резания (действует для самой внешней траектории при черновой и чистовой обработке сбоку)
- При чистовой обработке боковой поверхности инструмент подводится к контуру по круговой траектории по касательной
- При чистовой обработке на глубине система ЧПУ также подводит инструмент по круговой траектории к заготовке (например, ось шпинделя Z: круговая траектория в плоскости Z/X)
- Система ЧПУ непрерывно обрабатывает контур попутным либо встречным движением.

Машинный параметр 7420 определяет, куда будет позиционироваться инструмент в конце циклов с 21 по 24.

Данные о размерах для обработки, такие как глубина фрезерования, припуски и безопасное расстояние, следует вводить в цикле 20 центрально как ДАННЫЕ КОНТУРА.

Пример: Схема: пересчет подконтуров с помощью формулы контура

```
0 BEGIN PGM МОДЕЛЬ MM
1 DECLARE CONTOUR QC1 = “КРУГ1“
2 DECLARE CONTOUR QC2 = “КРУГ31XY“
3 DECLARE CONTOUR QC3
= “ТРЕУГОЛЬНИК“
4 DECLARE CONTOUR QC4 = “КВАДРАТ“
5 QC10 = ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM МОДЕЛЬ MM

0 BEGIN PGM КРУГ1 MM
1 CC X+75 Y+50
2 LP PR+45 PA+0
3 CP IPA+360 DR+
4 END PGM КРУГ1 MM

0 BEGIN PGM КРУГ31XY MM
...
...
```

Выбор программы с определениями контура

С помощью функции **SEL CONTOUR** выбирается программа с определениями контура, из которых ЧПУ берет описания контура:

SPEC FCT

- Активируйте панель Softkey со специальными функциями

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Выберите меню функций для обработки контура и точек

СЛОЖНЫЕ ФОРМУЛЫ КОНТУРА

- Выберите меню для сложной формулы контура

SEL CONTOUR

- Нажмите Softkey SEL CONTOUR

AUSWAHL FENSTER

- Нажмите Softkey ВЫБОР ОКНА: система ЧПУ откроет окно, в котором можно выбрать программу с определением контура
- С помощью мышки или кнопок со стрелками выберите желаемую таблицу точек и подтвердите выбор кнопкой ENT: система ЧПУ введет полный путь в кадр **SEL CONTOUR**
- Закройте функцию кнопкой END
- Введите полное имя программы содержащей определения контура, подтвердите с помощью кнопки END

Также вы можете ввести имя программы или путь к вызываемой программе напрямую с клавиатуры.

Программируйте **SEL CONTOUR**-кадр перед SL-циклами. Цикл **14 КОНТУР** больше не требуется при использовании **SEL CONTUR**.

Определение описаний контуров

С помощью функции **DECLARE CONTOUR** задается путь для программ, из которых ЧПУ берет описания контура. Кроме того, для этого описания контура можно выбрать отдельную глубину (FCL 2-функция):

SPEC FCT

- Активируйте панель Softkey со специальными функциями

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Выберите меню функций для обработки контура и точек

СЛОЖНЫЕ ФОРМУЛЫ КОНТУРА

- Выберите меню для сложной формулы контура

DECLARE CONTOUR

- Нажмите Softkey DECLARE CONTOUR
- Введите номер описания контура **QC**, подтвердите с помощью кнопки ENT

AUSWAHL FENSTER

- Нажмите Softkey ВЫБОР ОКНА: система ЧПУ откроет окно, в котором можно выбрать вызываемую программу
- С помощью мышки или кнопок со стрелками выберите желаемую программу и подтвердите выбор кнопкой ENT: система ЧПУ введет полный путь в кадр **DECLARE CONTOUR**
- Задайте отдельную глубину для выбранного контура
- Закройте функцию кнопкой END

Также вы можете ввести имя программы или путь к вызываемой программе напрямую с клавиатуры.

С помощью заданных параметров контура **QC** в формуле контура можно определять различные комбинации контуров.

Если используются контуры с отдельными значениями глубины, то следует присваивать всем подконтурам глубину (или присваивать глубину 0).

Ввод сложной формулы контура

С помощью клавиш Softkey в одной математической формуле можно соединить разные контуры друг с другом:

SPEC FCT

- Активируйте панель Softkey со специальными функциями

KONTUR/- PUNKT BEARB.

- Выберите меню функций для обработки контура и точек

СЛОЖНЫЕ ФОРМУЛЫ КОНТУРА

- Выберите меню для сложной формулы контура

KONTUR- FORMEL

- Нажмите Softkey ФОРМУЛА КОНТУРА: ЧПУ отобразит следующие клавиши Softkey:

Логическая функция	Softkey
Пересечение например, **QC10 = QC1 & QC5**	
Объединение например, **QC25 = QC7 | QC18**	
Объединение, без пересечения например, **QC12 = QC5 ^ QC25**	
Вырезание например, **QC25 = QC1 \ QC2**	
Инверсия например, **QC12 = #QC11**	
Открытие скобки например, **QC25 = QC1 * (QC2 + QC3)**	(
Закрытие скобки например, **QC25 = QC1 * (QC2 + QC3)**	)
Определение отдельного контура например, **QC12 = QC1**	

Перекрывающие друг друга контуры

Система ЧПУ распознает запрограммированный контур как карман. С помощью функций формулы контура можно преобразовать контур в остров

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

Последующие примеры программ - это программы описания контура, заданные в программе определения контура. Программа определения контура в свою очередь вызывается через функцию **SEL CONTOUR** в главной программе.

Карманы A и B перекрывают друг друга.

Система ЧПУ рассчитывает точки пересечения S1 и S2, их не надо больше программировать.

Карманы программируются как полные окружности.

Программа описания контура 1: карман A

```
0 BEGIN PGM КАРМАН_A MM
1 L X+10 Y+50 R0
2 CC X+35 Y+50
3 C X+10 Y+50 DR-
4 END PGM КАРМАН_A MM
```

Программа описания контура 2: карман B

```
0 BEGIN PGM КАРМАН_B MM
1 L X+90 Y+50 R0
2 CC X+65 Y+50
3 C X+90 Y+50 DR-
4 END PGM КАРМАН_B MM
```

“Суммарная ”площадь

Должны обрабатываться обе делительные поверхности A и B, включая поверхность перекрытия:

- Поверхности A и B должны программироваться в отдельных программах без поправки на радиус
- В формуле контура поверхности A и B пересчитываются с помощью функции “Объединение“

Программа определения контура:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = “КАРМАН_A.H“
53 DECLARE CONTOUR QC2 = “КАРМАН_B.H“
54 QC10 = QC1 | QC2
55 ...
56 ...
```

“Разностная” площадь

Поверхность A должна обрабатываться за исключением перекрытого поверхностью B участка:

- Поверхности A и B должны программироваться в отдельных программах без поправки на радиус
- В формуле контура поверхность B вычитается с помощью функции “Вырезание“ из поверхности A

Программа определения контура:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = “KAPMAH_A.H“
53 DECLARE CONTOUR QC2 = “KAPMAH_B.H“
54 QC10 = QC1 \ QC2
55 ...
56 ...
```

Площадь "пересечения"

Должна обрабатываться площадь пересечения A и B. (Оставшиеся площади должны остаться необработанными).

- Поверхности A и B должны программироваться в отдельных программах без коррекции радиуса
- В формуле контура поверхности A и B пересчитываются с помощью функции “Пересечение“

Программа определения контура:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = “KAPMAH_A.H“
53 DECLARE CONTOUR QC2 = “KAPMAH_B.H“
54 QC10 = QC1 & QC2
55 ...
56 ...
```

Обработка контуров с помощью SL-циклов

Обработка общего контура выполняется с помощью SL-циклов 20 - 24 (смотри „Обзор” на странице 194).

Пример: накладывающиеся контуры с формулой контура, черновая и чистовая обработка

0 BEGIN PGM КОНТУР 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 1 L+0 R+2.5	Определение инструмента черновая фреза
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Определение инструмента чистовая фреза
5 TOOL CALL 1 Z S2500	Вызов инструмента черновая фреза
6 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
7 SEL CONTOUR “МОДЕЛЬ“	Программа определения контура
8 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА	Определение общих параметров обработки
Q1=-20 ;ГЛУБИНА ФРЕЗ.	
Q2=1 ;ПЕРЕКР.ТРАЕКТОРИИ	
Q3=+0,5 ;ПРИПУСК СБОКУ	
Q4=+0,5 ;ГЛУБИНА ПРИПУСКА	
Q5=+0 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q6=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q7=+100 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	
Q8=0.1 ;РАДИУС СКРУГЛЕНИЯ	
Q9=-1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	
9 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА	Определение цикла «Выборка»

Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛ.	
Q12=350 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q18=0 ;ИНСТР. ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ОБР.	
Q19=150 ;МАЯТНИКОВАЯ ПОДАЧА	
Q401=100 ;КОЭФФ.ПОДАЧИ	
Q404=0 ;СТРАТЕГИЯ ДОП.ОБРАБОТКИ	
10 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Выборка"
11 TOOL CALL 2 Z S5000	Вызов инструмента чистовая фреза
12 CYCL DEF 23 ЧИСТ. ОБР. ДНА	Определение цикла "Чистовая обработка дна"
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=200 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
13 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Чистовая обработка дна"
14 CYCL DEF 24 ЧИСТОВАЯ ОБР. БОК. ПОВ.	Определение цикла "Чистовая обработка боковой поверхности"
Q9=+1 ;НАПР. ВРАЩЕНИЯ	
Q10=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q11=100 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q12=400 ;ПОДАЧА ФРЕЗ.	
Q14=+0 ;ПРИПУСК СБОКУ	
15 CYCL CALL M3	Вызов цикла "Чистовая обработка боковой поверхности"
16 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
17 END PGM КОНТУР MM	

Программа определения контура с формулой контура:

0 BEGIN PGM МОДЕЛЬ MM	Программа определения контура
1 DECLARE CONTOUR QC1 = “КРУГ1“	Определение параметров контура для программы “КРУГ1“
2 FN 0: Q1 =+35	Присвоение значений для используемых параметров в PGM “КРУГ31XY“
3 FN 0: Q2 = +50	
4 FN 0: Q3 =+25	
5 DECLARE CONTOUR QC2 = “КРУГ31XY“	Определение параметров контура для программы “КРУГ31XY“
6 DECLARE CONTOUR QC3 = “ТРЕУГОЛЬНИК“	Определение параметров контура для программы “TREUGOLNIK“
7 DECLARE CONTOUR QC4 = “КВАДРАТ“	Определение параметров контура для программы “КВАДРАТ“
8 QC10 = (QC 1 | QC 2) \ QC 3 \ QC 4	Формула контура
9 END PGM МОДЕЛЬ MM	

Программы описания контуров:

0 BEGIN PGM КРУГ1 MM	Программы описания контуров: окружность справа
1 CC X+65 Y+50	
2 L PR+25 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM КРУГ1 MM	

0 BEGIN PGM КРУГ31XY MM	Программы описания контуров: окружность слева
1 CC X+Q1 Y+Q2	
2 LP PR+Q3 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM KRUG31XY MM	

0 BEGIN PGM TREUGOLNIK MM	Программы описания контуров: треугольник справа
1 L X+73 Y+42 R0	
2 L X+65 Y+58	
3 L X+58 Y+42	
4 L X+73	
5 END PGM TREUGOLNIK MM	

0 BEGIN PGM KVADRAT MM	Программы описания контуров: квадрат слева
1 L X+27 Y+58 R0	
2 L X+43	
3 L Y+42	
4 L X+27	
5 L Y+58	
6 END PGM KVADRAT MM	

9.2 SL-циклы с простой формулой контура

Основные положения

С помощью SL-циклов и простой формулы контура можно составлять контуры, состоящие из 9 подконтуров (карманов или островов) простым способом. Отдельные подконтуры задаются как программы. Таким образом, подконтуры можно использовать несколько раз. Из выбранных подконтуров ЧПУ рассчитывает весь контур.

Память для одного SL-цикла (все программы контура) ограничена максимум **128 контурами**. Количество возможных элементов контура зависит от типа контура (внутренний/наружный) и количества описаний контура, и составляет максимум **8192** элементов контура.

Свойства подконтуров

- Система ЧПУ распознает запрограммированный контур как карман. Не программируйте коррекцию на радиус.
- Система ЧПУ игнорирует подачу F и дополнительные функции M.
- 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
- Подпрограммы могут содержать координаты по оси шпинделя, но они игнорируются
- В первом кадре координат подпрограммы определяется плоскость обработки. Допускаются дополнительные оси U,V,W

Пример: Схема: отработка с помощью SL-циклов и сложной формулы контура

```
0 BEGIN PGM CONTDEF MM
...
5 CONTOUR DEF
P1= “POCK1.H“
I2 = “ISLE2.H“ DEPTH5
I3 “ISLE3.H“ DEPTH7.5
6 CYCL DEF 20 ДАННЫЕ КОНТУРА ...
8 CYCL DEF 22 ВЫБОРКА...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23 ЧИСТ. ОБР. ДНА ...
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24 ЧИСТ. ОБР. БОК. ПОВ....
17 CYCL CALL
63 L Z+250 R0 FMAX M2
64 END PGM CONTDEF 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, т.е. инструмент не останавливается и не остается следа от резания (действует для самой внешней траектории при черновой и чистовой обработке сбоку)
- При чистовой обработке боковой поверхности инструмент подводится к контуру по круговой траектории по касательной
- При чистовой обработке на глубине система ЧПУ также подводит инструмент по круговой траектории к заготовке (например, ось шпинделя Z: круговая траектория в плоскости Z/X)
- Система ЧПУ непрерывно обрабатывает контур попутным либо встречным движением.

Машинный параметр 7420 определяет, куда будет позиционироваться инструмент в конце циклов с 21 по 24.

Данные о размерах для обработки, такие как глубина фрезерования, припуски и безопасное расстояние, следует вводить в цикле 20 центрально как ДАННЫЕ КОНТУРА.

Ввод простой формулы контура

С помощью клавиш Softkey в одной математической формуле можно соединить разные контуры друг с другом:

SPEC FCT

- Активируйте панель Softkey со специальными функциями

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Выберите меню функций для обработки контура и точек

CONTOUR DEF

- Нажмите Softkey CONTOUR DEF: ЧПУ начнет ввод формулы контура
- Выберите имя первого подконтура с помощью Softkey ВЫБОР ОКНА или введите напрямую. Первый подконтур должен быть всегда самым глубоким карманом, подтвердите с помощью кнопки ENT

INSEL

- Нажимая Softkey, определите, является соответствующий подконтур карманом или островом, подтвердите ENT
- Выберите имя второго подконтура с помощью Softkey ВЫБОР ОКНА или введите напрямую и подтвердите кнопкой ENT
- При необходимости введите название второго подконтура, подтвердите с помощью ENT
- Для ввода всех подконтуров продолжайте диалог как описано выше

- Список подконтуров необходимо всегда начинать с самого глубокого кармана!
- Если контур задан в виде острова, система ЧПУ интерпретирует записанную глубину как высоту острова. Записанное значение, без знака числа, относится в этом случае к поверхности обрабатываемой детали!
- Если задана глубина 0, действует глубина заданная для карманов в цикле 20, высота острова достигает поверхность детали!

Обработка контуров с помощью SL-циклов

Обработка общего контура выполняется с помощью SL-циклов 20 - 24 (смотри „Обзор” на странице 194).

10

Циклы обработки: построчное фрезерование

10.1 Основные положения

Обзор

ЧПУ предлагает четыре цикла, с помощью которых можно обрабатывать поверхности со следующими свойствами:

- Полученные при использовании системы CAD/CAM
- Плоские прямоугольные
- Плоские косоугольные
- С произвольным наклоном
- Скрученные

Цикл	Softkey	Стр.
30 ОБРАБОТКА 3D-ДАННЫХ Для построчного фрезерования 3D-данных за несколько врезаний		Стр. 273
230 ПОСТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ Для плоских прямоугольных поверхностей		Стр. 275
231 СТАНДАРТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ Для косоугольных, наклонных и скрученных поверхностей		Стр. 277
232 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ Для плоских прямоугольных поверхностей, с указанием припуска и несколькими подачами на врезание		Стр. 281

10.2 ОРАБОТКА 3D-ДАННЫХ (ЦИКЛ 30, DIN/ISO: G60)

Ход цикла

1 ЧПУ на ускоренном ходу **FMAX** позиционирует инструмент из текущей позиции по оси шпинделя на безопасное расстояние над запрограммированной в цикле точкой MAX

2 Затем ЧПУ перемещает инструмент с **FMAX** в плоскости обработки в запрограммированную в цикле точку MIN

3 Оттуда инструмент перемещается с подачей на врезание в первую точку контура

4 Затем ЧПУ отрабатывает все сохраненные в программе точки с **подачей фрезерования**; при необходимости ЧПУ выполняет промежуточный переход на **безопасную высоту**, чтобы пропустить необработанные участки

5 В завершение ЧПУ возвращает инструмент со скоростью **FMAX** на безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

С помощью цикла 30 можно, в частности, отрабатывать программы, написанные удаленно в режиме диалога открытым текстом.

Параметры цикла

30
3D-DATEN
FRASEN

- **Имя файла 3D-данные**: введите имя программы, в которой хранятся данные о траектории; если данные находятся не в текущей директории, то введите полный путь к файлу. Максимальная длина ввода составляет 254 символа
- **MIN точка области**: точка минимума (координаты X, Y и Z) области, в которой выполняется фрезерование. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **MAX точка области**: точка максимума (координаты X, Y и Z) области, в которой выполняется фрезерование. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** 1 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности детали при ускоренных перемещениях. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Глубина врезания** 2 (в инкрементах): величина, на которую врезается инструмент. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача врезания на глубину** 3: скорость перемещения инструмента при врезании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FAUTO**
- **Подача фрезерования** 4: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**
- **Дополнительная функция M**: опциональный ввод до двух дополнительных функций, например, M13. Диапазон ввода от 0 до 999

Пример: NC-кадры

```
64 CYCL DEF 30.0 ОТРАБОТКА 3D-ДАННЫХ
65 CYCL DEF 30.1 PGM DIGIT.: BSP.H
66 CYCL DEF 30.2 X+0 Y+0 Z-20
67 CYCL DEF 30.3 X+100 Y+100 Z+0
68 CYCL DEF 30.4 PACCT. 2
69 CYCL DEF 30.5 ZUSTLG -5 F100
70 CYCL DEF 30.6 F350 M8
```

10.3 ПОСТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ (цикл 230, DIN/ISO: G230)

Ход цикла

1 ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу **FMAX** из текущего положения в плоскости обработки в начальную точку 1; при этом ЧПУ смещает инструмент влево и вверх на величину радиуса инструмента

2 После этого инструмент перемещается с **FMAX** по оси шпинделя на безопасное расстояние, а затем с подачей на врезание в запрограммированную начальную позицию по оси шпинделя

3 Затем инструмент с запрограммированной подачей фрезерования перемещается в конечную точку 2; ЧПУ рассчитывает конечную точку из запрограммированной начальной точки, длины и радиуса инструмента

4 ЧПУ смещает инструмент с подачей фрезерования в начальную точку следующей строки; ЧПУ рассчитывает смещение по запрограммированной ширине и количеству проходов

5 Затем инструмент перемещается в отрицательном направлении 1-й оси

6 Построчное фрезерование повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет полностью обработана

7 В завершение ЧПУ возвращает инструмент со скоростью **FMAX** на безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

Система ЧПУ позиционирует инструмент с текущего положения сначала в плоскости обработки, а затем по оси шпинделя в начальную точку .

Следует выполнить предварительное позиционирование инструмента таким образом, чтобы исключить возможность столкновения с заготовкой или зажимным приспособлением.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Начальная точка по 1-ой оси** Q225 (абсолютная): координата точки минимума построчно фрезеруемой поверхности по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 2-ой оси** Q226 (абсолютная): координата точки минимума построчно фрезеруемой поверхности на вспомогательной оси плоскости обработки Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 3-й оси** Q227 (абсолютная): высота по оси шпинделя, на которой производится построчное фрезерование. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Длина 1-ой стороны** Q218 (в инкрементах): длина построчно фрезеруемой поверхности по главной оси плоскости обработки, относительно исходной точки по 1-ой оси. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Длина 2-ой стороны** Q219 (в инкрементах): длина построчно фрезеруемой поверхности по вспомогательной оси плоскости обработки, относительно исходной точки по 2-ой оси. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Количество проходов** Q240: количество строк, на которое система ЧПУ должна переместить инструмент по ширине. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Подача врезания на глубину** Q206: скорость движения инструмента при перемещении с безопасной высоты до глубины фрезерования в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Поперечная подача** Q209: скорость движения инструмента при перемещении на следующую строку в мм/мин; при программировании поперечного перемещения по материалу вводите значение Q209 меньше значения Q207; при программировании поперечного свободного перемещения значение Q209 может превышать значение Q207. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние между вершиной инструмента и глубиной фрезерования для позиционирования в начале и конце цикла. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
71 CYCL DEF 230 ПОСТРОЧНОЕ
ФРЕЗЕРОВАНИЕ
    Q225=+10  ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q226=+12  ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q227=+2.5 ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 3-ОЙ ОСИ
    Q218=150  ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
    Q219=75   ;2-Я ДЛИНА БОК.
               ПОВЕРХНОСТИ
    Q240=25   ;ЧИСЛО ПРОХОДОВ
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q207=500  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q209=200  ;ПОПЕРЕЧНАЯ ПОДАЧА
    Q200=2    ;БЕЗОП. РАССТ.
```

10.4 СТАНДАРТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (цикл 231; DIN/ISO: G231)

Ход цикла

1 ЧПУ позиционирует инструмент при помощи трехмерного линейного перемещения из текущей позиции в начальную точку 1

2 Затем инструмент перемещается с запрограммированной подачей фрезерования в конечную точку 2

3 Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу **FMAX** на величину диаметра инструмента в положительном направлении по оси шпинделя, а затем возвращает его в начальную точку 1

4 В начальной точке 1 ЧПУ снова перемещает инструмент на то значение Z, на которое он был перемещен в последний раз

5 Затем ЧПУ смещает инструмент по всем трем осям из точки 1 по направлению к точке 4 на следующую строку

6 После чего ЧПУ перемещает инструмент в конечную точку этой строки. Конечную точку ЧПУ рассчитывает из точки 2 и смещения в направлении точки 3

7 Построчное фрезерование повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет полностью обработана

8 В заключение ЧПУ позиционирует инструмент выше самой удаленной из заданных по оси шпинделя точки на значение диаметра инструмента

Направление резания

Начальную точку и направление фрезерования можно выбрать произвольно, поскольку ЧПУ обычно выполняет отдельные проходы от точки 1 к точке 2, а общая траектория проходит от точки 1 / 2 до точки 3 / 4 . Можно назначить точку 1 в каждом углу обрабатываемой поверхности.

При использовании концевых фрез оптимизировать качество поверхности можно следующим образом:

- При проходе долбежным резцом (значение координаты точки 1 по оси шпинделя больше значения координаты точки 2 по оси шпинделя) на поверхностях с небольшим наклоном.
- При обработке протяжкой (значение координаты точки 1 по оси шпинделя меньше значения координаты точки 2 по оси шпинделя) на поверхностях с большим углом наклона
- На искривленных поверхностях направление главного движения (от точки 1 к точке 2) задается в сторону наибольшего наклона.

При использовании радиусных фрез оптимизировать качество поверхности можно следующим образом:

- На искривленных поверхностях направление главного движения (от точки 1 к точке 2) задается перпендикулярно к наибольшему наклону

Учитывайте при программировании!

ЧПУ позиционирует инструмент прямолинейным 3D-движением из текущего положения в начальную точку 1 Следует выполнить предварительное позиционирование инструмента таким образом, чтобы возможность столкновения с заготовкой или зажимным приспособлением была исключена.

ЧПУ перемещает инструмент с поправкой на радиус R0 между введенными положениями

При необходимости следует использовать фрезу, имеющую центральный торцовый зуб (DIN 844).

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Начальная точка по 1-ой оси** Q225 (абсолютная): координата исходной точки построчно фрезеруемой поверхности по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 2-ой оси** Q226 (абсолютная): координата исходной точки построчно фрезеруемой поверхности по второстепенной оси плоскости обработки Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 3-ей оси** Q227 (абсолютная): координата исходной точки построчно фрезеруемой поверхности по оси шпинделя. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка по 1-ой оси** Q228 (абсолютная): координата конечной точки построчно фрезеруемой поверхности по главной оси плоскости обработки главной оси плоскости обработки Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка по 2-ой оси** Q229 (абсолютная): координата конечной точки построчно фрезеруемой поверхности по вспомогательной оси плоскости обработки Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка по 3-ей оси** Q230 (абсолютная): координата конечной точки построчно фрезеруемой поверхности по оси шпинделя. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-я точка по 1-ой оси** Q231 (абсолютная): координата точки 3 по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-я точка по 2-ой оси** Q232 (абсолютная): координата точки 3 по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-я точка по 3-й оси** Q233 (абсолютная): координата точки 3 по оси шпинделя. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **4-ая точка по 1-ой оси** Q234 (абсолютная): координата точки 4 по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **4-ая точка по 2-ой оси** Q235 (абсолютная): координата точки 4 по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **4-ая точка по 3-ей оси** Q236 (абсолютная): координата точки 4 по оси шпинделя. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Число проходов** Q240: количество строк, на которое ЧПУ должно переместить инструмент между точкой 1 и 4, или между точкой 2 и 3. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. ЧПУ выполняет первый проход со скоростью, составляющей половину запрограммированного значения. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Пример: NC-кадры

```
72 CYCL DEF 231 СТАНДАРТНАЯ ПОВ.
    Q225=+0   ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 1-ОЙ
               ОСИ
    Q226=+5   ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 2-ОЙ
               ОСИ
    Q227=-2   ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 3-ОЙ
               ОСИ
    Q228=+100;2-Я ТОЧКА 1 ОСИ
    Q229=+15 ;2-Я ТОЧКА 2 ОСИ
    Q230=+5  ;2-Я ТОЧКА 3 ОСИ
    Q231=+15 ;3-Я ТОЧКА 1 ОСИ
    Q232=+125;3-Я ТОЧКА 2 ОСИ
    Q233=+25 ;3 ТОЧКА 3 ОСИ
    Q234=+15 ;4 ТОЧКА 1 ОСИ
    Q235=+125;4-Я ТОЧКА 2 ОСИ
    Q236=+25 ;4-Я ТОЧКА 3 ОСИ
    Q240=40  ;ЧИСЛО ПРОХОДОВ
    Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

10.5 ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ (цикл 232, DIN/ISO: G232)

Ход цикла

С помощью цикла 232 можно выполнить плоское фрезерование ровной поверхности в несколько врезаний и с учетом припуска на чистовую обработку. При этом возможны три стратегии обработки:

- **Стратегия Q389=0**: обработка в форме меандра, врезание сбоку вне обрабатываемой поверхности
- **Стратегия Q389=1**: обработка в форме меандра, врезание сбоку в пределах обрабатываемой поверхности
- **Стратегия Q389=2**: построчная обработка, возврат и врезание сбоку в подаче позиционирования

1 На ускоренном ходу **FMAX** система ЧПУ перемещает инструмент по алгоритму позиционирования из текущего положения в начальную точку 1: если текущее положение по оси шпинделя больше, чем 2-ое безопасное расстояние, то ЧПУ сначала перемещает инструмент в плоскости обработки, а затем по оси шпинделя, в остальных случаях перемещение производится сначала на 2-ое безопасное расстояние, а затем в плоскости обработки. Начальная точка в плоскости обработки смещена на величину радиуса инструмента и на боковое безопасное расстояние в сторону от заготовки

2 Затем инструмент перемещается по оси шпинделя с подачей позиционирования на рассчитанную ЧПУ первую глубину врезания

Стратегия Q389=0

3 После этого инструмент перемещается в конечную точку 2 с запрограммированной подачей фрезерования. Конечная точка находится **за пределами** поверхности, ЧПУ рассчитывает ее, исходя из координат запрограммированной начальной точки, длины, безопасного расстояния сбоку и радиуса инструмента

4 ЧПУ смещает инструмент с подачей предварительного позиционирования поперек в начальную точку следующей строки; ЧПУ рассчитывает смещение, исходя из значения запрограммированной ширины, радиуса инструмента и максимального коэффициента перекрытия траекторий

5 Затем инструмент снова перемещается назад в направлении начальной точки 1

6 Процесс повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет обработана полностью. В конце последнего прохода осуществляется врезание до следующей глубины обработки

7 Чтобы избежать холостых ходов поверхность обрабатывается в обратной последовательности

8 Процесс повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все врезания. При последнем врезании фрезеруется только заданный припуск на чистовую обработку с подачей чистовой обработки

9 В заключении ЧПУ перемещает инструмент назад с **FMAX** на 2-ое безопасное расстояние

Стратегия Q389=1

3 После этого инструмент перемещается в конечную точку 2 с запрограммированной подачей фрезерования. Конечная точка лежит **в пределах** поверхности, ЧПУ рассчитывает ее, исходя из координат запрограммированной начальной точки, длины и радиуса инструмента

4 ЧПУ смещает инструмент с подачей предварительного позиционирования поперек в начальную точку следующей строки; ЧПУ рассчитывает смещение, исходя из значения запрограммированной ширины, радиуса инструмента и максимального коэффициента перекрытия траекторий

5 Затем инструмент перемещается назад в направлении начальной точки 1. Смещение на следующую строку также происходит в пределах заготовки

6 Процесс повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет обработана полностью. В конце последнего прохода осуществляется врезание до следующей глубины обработки

7 Чтобы избежать холостых ходов поверхность обрабатывается в обратной последовательности

8 Процесс повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все врезания. При последнем врезании фрезеруется только заданный припуск на чистовую обработку с подачей чистовой обработки

9 В заключении ЧПУ перемещает инструмент назад с **FMAX** на 2-ое безопасное расстояние

Стратегия Q389=2

3 После этого инструмент перемещается в конечную точку 2 с запрограммированной подачей фрезерования. Конечная точка лежит за пределами поверхности, ЧПУ рассчитывает ее, исходя из координат запрограммированной начальной точки, длины, безопасного расстояния сбоку и радиуса инструмента

4 ЧПУ перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние над текущей точкой врезания на глубину и возвращается прямо в начальную точку следующей строки с подачей предварительного позиционирования. ЧПУ рассчитывает смещение, исходя из запрограммированной ширины, радиуса инструмента и максимального коэффициента перекрытия траекторий

5 Затем инструмент снова перемещается на текущую глубину врезания, после чего снова в направлении конечной точки 2

6 Процесс построчного фрезерования повторяется до тех пор, пока заданная поверхность не будет обработана полностью. В конце последнего прохода выполняется врезание на следующую глубину обработки

7 Чтобы избежать холостых ходов поверхность обрабатывается в обратной последовательности

8 Процесс повторяется до тех пор, пока не будут выполнены все врезания. При последнем врезании фрезеруется только заданный припуск на чистовую обработку с подачей чистовой обработки

9 В заключении ЧПУ перемещает инструмент назад с **FMAX** на 2-ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

2-ое безопасное расстояние Q204 следует устанавливать так, чтобы столкновение с заготовкой или зажимными приспособлениями исключалось.

Осторожно, опасность столкновения!

С помощью параметра станка 7441 бит 0 настраивается, должна ли система ЧПУ выдавать сообщение об ошибке (бит 0=0) или нет (бит 0=1), если при вызове цикла шпиндель не работает. Данная функция должна настраиваться производителем станка.

Параметры цикла

- **Стратегия обработки (0/1/2)** Q389: задает, как ЧПУ должна обрабатывать поверхность:
  0: обработка в виде меандра, врезание сбоку с подачей позиционирования за пределами обрабатываемой поверхности
  1: обработка в виде меандра, врезание сбоку с подачей фрезерования в пределах обрабатываемой поверхности
  2: построчная обработка, обратный ход и врезание сбоку с подачей позиционирования
- **Начальная точка по 1-ой оси** Q225 (абсолютная): координата начальное точки обрабатываемой поверхности по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 2-ой оси** Q226 (абсолютная): координата начальной точки обрабатываемой поверхности по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 3-й оси** Q227 (абсолютная): координата поверхности заготовки, по которой рассчитываются подачи на врезание. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Конечная точка по 3-й оси** Q386 (абсолютная): координата по оси шпинделя, до которой должно производиться плоское фрезерование поверхности. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Длина 1-й стороны** Q218 (в инкрементах): длина обрабатываемой поверхности по главной оси плоскости обработки. Помимо знака числа можно задать направление первой траектории фрезерования относительно **начальной точки по 1-ой оси**. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Длина 2-й стороны** Q219 (в инкрементах): длина обрабатываемой поверхности по вспомогательной оси плоскости обработки. Помимо знака числа можно задать направление первой поперечной подачи на врезание относительно **начальной точки по 2-ой оси**. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Максимальная глубина врезания** Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый раз **максимально** врезается инструмент. ЧПУ вычисляет фактическую глубину подачи на основании разности между конечной и начальной точкой по оси инструмента с учетом припуска на чистовую обработку таким образом, чтобы обработка всякий раз велась с одинаковой глубиной врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Припуск на чистовую обработку на глубине** Q369 (в инкрементах): значение, на которое следует переместить инструмент для последнего врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Макс. коэффициент перекрытия траекторий** Q370: **максимальное** врезание сбоку k. ЧПУ рассчитывает фактическое врезание сбоку, исходя из значений 2-ой длины боковой поверхности (Q219) и радиуса инструмента так, что обработка всегда производится с постоянным врезанием сбоку. Когда в таблицу инструмента вводится радиус R2 (например, радиус пластины при использовании фрезерной резцовой головки), ЧПУ соответственно уменьшает врезание сбоку. Диапазон ввода от 0,1 до 1,9999 или через **PREDEF**

- **Подача фрезерования** Q207: скорость перемещения инструмента при фрезеровании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача при чистовой обработке** Q385: скорость перемещения инструмента при фрезеровании последнего врезания в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при подводе к начальной точке и движении к следующей строке в мм/мин; если перемещение в материале производится в поперечном направлении (Q389=1), то ЧПУ осуществляет подвод в поперечном направлении с подачей фрезерования Q207. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до начальной точки по оси инструмента. Если при фрезеровании используется стратегия Q389=2, то ЧПУ перемещает начальную точку на следующую строку на безопасном расстоянии через текущую глубину врезания. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасное расстояние сбоку** Q357 (в инкрементах): боковое расстояние от инструмента до заготовки при подводе к первой глубине врезания и расстояние, на которое производится врезание сбоку при использовании стратегии обработки Q389=0 и Q389=2. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, при которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
71 CYCL DEF 232 ФРЕЗ. ПЛОСКОСТИ
    Q389=2     ;СТРАТЕГИЯ
    Q225=+10   ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 1-ОЙ
                ОСИ
    Q226=+12   ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 2-ОЙ
                ОСИ
    Q227=+2.5  ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 3-ОЙ
                ОСИ
    Q386=-3    ;КОНЕЧНАЯ ТОЧКА 3-ЕЙ
                ОСИ
    Q218=150   ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
    Q219=75    ;2-Я ДЛИНА БОК.
                ПОВЕРХНОСТИ
    Q202=2     ;МАХ. ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ
    Q369=0.5   ;ГЛУБИНА ПРИПУСКА
    Q370=1     ;МАКС. ПЕРЕКРЫТИЕ
    Q207=500   ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q385=800   ;ПОДАЧА ЧИСТ. ОБРАБОТКИ
    Q253=2000  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q200=2     ;БЕЗОП. РАССТ.
    Q357=2     ;БЕЗОП. РАССТ. СБОКУ
    Q204=2     ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
```

10.6 Примеры программирования

Пример: построчное 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 DEF 1 L+0 R+5	Определение инструмента
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Вызов инструмента
5 L Z+250 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала
6 CYCL DEF 230 ПОСТРОЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ	Определение цикла "Построчное фрезерование"
Q225=+0 ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ	
Q226=+0 ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ	
Q227=+35 ;НАЧАЛЬНАЯ ТОЧКА 3-ОЙ ОСИ	
Q218=100 ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ	
Q219=100 ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ	
Q240=25 ;ЧИСЛО ПРОХОДОВ	
Q206=250 ;F ВРЕЗАНИЕ НА ГЛУБИНУ	
Q207=400 ;F ФРЕЗЕРОВАНИЯ	

Q209=150 ;F ПОПЕРЕЧНАЯ	
Q200=2 ;БЕЗОП. РАССТ.	
7 L X+-25 Y+0 R0 FMAX M3	Предварительное позиционирование вблизи начальной точки
8 CYCL CALL	Вызов цикла
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Вывод инструмента из материала, конец программы
10 END PGM C230 MM	

11

Циклы: преобразования координат

11.1 Основные положения

Обзор

С помощью перерасчета координат ЧПУ может использовать один раз запрограммированную траекторию в разных местах обрабатываемой детали с измененным положением и размером. ЧПУ предлагает следующие циклы преобразования координат:

Цикл	Softkey	Стр.
7 НУЛЕВАЯ ТОЧКА Смещение траектории непосредственно в программе или через таблицу нулевых точек		Стр. 291
247 УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ Задание точки привязки во время выполнения программы		Стр. 298
8 ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ Зеркальное отражение траекторий		Стр. 299
10 ВРАЩЕНИЕ Вращение траекторий в плоскости обработки		Стр. 301
11 МАСШТАБИРОВАНИЕ Уменьшение или увеличение траекторий		Стр. 303
26 КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ ОСИ Уменьшение или увеличение траекторий с помощью осевых коэффициентов масштабирования		Стр. 305
19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ Обработка в наклоненной системе координат для станков с поворотными головками и/или поворотными столами		Стр. 307

Активация преобразования координат

Начало активации: пересчет координат начинается с момента его определения, он не вызывается. Он остается активным до тех пор, пока не будет отменен или не будет определен заново.

Сброс пересчета координат:

- Заново определите цикл со значениями для основного режима, например, коэффициент масштабирования 1,0
- Выполните дополнительные функции M2, M30 или кадр END PGM (зависит от машинного параметра 7300)
- Выберите новую программу
- Запрограммируйте дополнительную функцию M142 Удаление модальной информации программы

11.2 Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ (цикл 7, DIN/ISO: G54)

Действие

Используя СМЕЩЕНИЕ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ можно повторять обработку в любых местах заготовки.

После определения цикла СМЕЩЕНИЕ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ все вводимые координаты привязываются к новой нулевой точке. Смещение по каждой оси ЧПУ показывает в дополнительной индикации состояния. Ввод осей вращения также разрешен.

Сброс

- Запрограммируйте смещение по координатам X=0; Y=0 и т.д. путем нового определения цикла
- Используйте функцию **TRANS DATUM RESET**
- Вызовите из таблицы нулевых точек смещение по координатам X=0; Y=0 и т.д.

Графика

Если после смещения нулевой точки программируется новый **BLK FORM**, то через машинный параметр 7310 можно задать, должен ли новый **BLK FORM** относиться к новой или старой нулевой точке. Благодаря этому при обработке нескольких элементов ЧПУ может выводить графическое изображение каждого отдельного элемента.

Параметры цикла

▶ **Смещение**: введите координаты новой нулевой точки; абсолютные значения относятся к нулевой точке заготовки, которая задана через установку точки привязки; значения в приращениях всегда относятся к последней действительной нулевой точке, которая может быть уже смещена. Диапазон ввода до 6 осей ЧПУ, для каждой от -99999,9999 до 99999,9999

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
```

11.3 Смещение НУЛЕВОЙ ТОЧКИ с помощью таблицы нулевых точек (цикл 7, DIN/ISO: G53)

Действие

Таблица нулевых точек применяется, например, при

- часто повторяющихся рабочих ходах в разных положениях заготовки или
- при частом использовании одного и того же смещения нулевой точки

Таким образом, в пределах программы можно как непосредственно программировать нулевые точки в определении цикла, так и вызывать их из таблицы нулевых точек.

Сброс

- Вызовите из таблицы нулевых точек смещение по координатам X=0; Y=0 и т.д.
- Вызовите смещения по координатам X=0; Y=0 и т.д. непосредственно с помощью определения цикла
- Используйте функцию **TRANS DATUM RESET**

Графика

Если после смещения нулевой точки программируется новый **BLK FORM**, то через машинный параметр 7310 можно задать, должен новый **BLK FORM** относиться к новой или старой нулевой точке. Благодаря этому при обработке нескольких элементов ЧПУ может выводить графическое изображение каждого отдельного элемента.

Индикаторы состояния

При дополнительной индикации состояния отображаются следующие данные из таблицы нулевых точек:

- Имя и путь активной таблицы нулевых точек
- Активный номер нулевой точки
- Комментарий из графы DOC активного номера нулевой точки

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Нулевые точки из таблицы нулевых точек привязаны **всегда и исключительно** к текущей точке привязки (Preset).

Машинный параметр 7475, с помощью которого ранее устанавливалось, относятся нулевые точки к нулевой точке станка или к нулевой точке заготовки, имеет лишь функция безопасности. При MP7475 = 1 ЧПУ выдает сообщение об ошибке, если смещение нулевой точки вызывается из таблицы нулевых точек.

Таблицы нулевых точек из TNC 4xx, координаты которых относятся к нулевой точке станка (MP7475 = 1), запрещено использовать в iTNC 530.

При использовании смещения нулевых точек с помощью таблиц нулевых точек пользуйтесь функцией **SEL TABLE** для активации таблицы нулевых точек из программы ЧПУ.

При работе без **SEL TABLE** следует активировать требуемую таблицу нулевых точек перед программным тестом или прогоном программы (действительно также для программной графики):

- Выберите необходимую таблицу для теста программы в режиме работы **Тест программы** через управление файлами: таблица получит статус S
- Выберите необходимую таблицу для прогона программы в режиме работы Прогон программы через управление файлами: таблица получит статус M

Значения координат из таблицы нулевых точек действительны только в абсолютных значениях.

Новые строки можно вводить только в конец таблицы.

Параметры цикла

- **Смещение**: введите номер нулевой точки из таблицы нулевых точек или Q-параметр; при вводе Q-параметра ЧПУ активирует номер нулевой точки, стоящей в Q-параметре. Диапазон ввода от 0 до 9999

Пример: NC-кадры

```
77 CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА
78 CYCL DEF 7.1 #5
```

Выбор таблицы нулевых точек в программе ЧПУ

С помощью функции **SEL TABLE** выберите таблицу нулевых точек, из которой ЧПУ возьмет нулевые точки:

- Выберите функции для вызова программы: нажмите клавишу PGM CALL

- Нажмите Softkey ТАБЛИЦА НУЛЕВЫХ ТОЧЕК

- Нажмите Softkey ВЫБОР ОКНА: система ЧПУ откроет окно, в котором можно выбрать желаемую таблицу нулевых точек
- С помощью мышки или кнопок со стрелками выберите желаемую таблицу нулевых точек и подтвердите выбор кнопкой ENT: система ЧПУ введет полный путь в кадр **SEL TABLE**
- Закройте функцию кнопкой END

Также вы можете ввести имя таблицы или путь к вызываемой таблице напрямую с клавиатуры.

Программируйте **SEL TABLE**-кадр перед циклом 7 Смещение нулевой точки.

Выбранная через **SEL TABLE** таблица нулевых точек остается активной до тех пор, пока через **SEL TABLE** или через PGM MGT не будет выбрана другая таблица нулевых точек.

С помощью функции **TRANS DATUM TABLE** вы можете задавать таблицы нулевых точек и номера нулевых точек в одном NC-кадре (см. руководство пользователя Диалог открытым текстом).

Редактирование таблицы нулевых точек в режиме Сохранение/редактирование программы

После изменения значения в таблице нулевых точек следует сохранять это изменение нажатием кнопки ENT. Иначе это изменение может быть не учтено при отработке какой-либо из программ.

Таблица нулевых точек выбирается в режиме **Сохранение/редактирование программы**

- Вызов управления файлами: нажмите клавишу PGM MGT
- Указание таблицы нулевых точек: нажмите Softkey ВЫБОР ТИПА и ПОКАЗАТЬ .D
- Выберите нужную таблицу или введите новое имя файла
- Отредактируйте файл. Для этого панель Softkey отображает следующие функции:

Функция	Softkey
Выбор начала таблицы	ANFANG
Выбор конца таблицы	ENDE
Постраничное перелистывание вверх	SEITE
Постраничное перелистывание вниз	SEITE
Добавление строки (возможно только в конце таблицы)	ZEILE EINFÜGEN
Удаление строки	ZEILE LÖSCHEN
Применение введенной строки и переход к следующей строке	NÄCHSTE ZEILE
Добавление заданного количества строк (нулевых точек) в конец таблицы	N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN

Редактирование таблицы нулевых точек в режиме прогона программы

В режиме прогона программы каждый раз можно выбирать активную таблицу нулевых точек. Для этого нажмите Softkey ТАБЛИЦА НУЛЕВЫХ ТОЧЕК. В вашем распоряжении находятся те же функции редактирования, что и в режиме **Сохранение/редактирование программы**

Считывание действительных значений в таблицу нулевых точек

С помощью клавиши «Присвоение фактической позиции» можно скопировать значения текущего положения инструмента или последних измеренных положений в таблицу нулевых точек:

- Переместите поле ввода на строку и в графу, в которую необходимо скопировать значение положения

- Выберите функцию «Присвоение фактической позиции»: в всплывающем окне ЧПУ задаст вопрос, хотите вы осуществить считывание текущего положения инструмента или последних измеренных значений
- Выберите необходимую функцию с помощью клавиш со стрелками и подтвердите кнопкой ENT

- Считывание значений по всем осям: нажмите Softkey ВСЕ ЗНАЧЕНИЯ или

- Произвести считывания значения по той оси, на которой находится поле ввода: нажмите Softkey ТЕКУЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Настройка таблицы нулевых точек

На второй и третьей панели клавиш Softkey можно для каждой таблицы нулевых точек задать те оси, для которых требуется определить нулевые точки. По умолчанию активными являются все оси. Если необходимо заблокировать одну из осей, выберите клавишей Softkey соответствующей оси режим ВЫКЛ. В этом случае ЧПУ удаляет принадлежащую ей графу в таблице нулевых точек.

Если вы не хотите определять нулевую точку для активной оси, то нажмите клавишу NO ENT. В этом случае ЧПУ ставит прочерк в соответствующую графу.

Выход из таблицы нулевых точек

В управлении файлами укажите другой тип файла и выберите необходимый файл.

11.4 УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ (цикл 247, DIN/ISO: G247)

Действие

С помощью цикла УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ можно активировать предустановку, заданную в таблице предустановок, в качестве новой точки привязки.

После определения цикла УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ все вводимые координаты и смещения нулевых точек (абсолютные и в приращениях) привязываются к новой предустановке.

Индикация состояния

В индикации состояния ЧПУ показывает активный номер предустановки за символом точки привязки.

Учитывайте перед программированием!

При активации точки привязки из таблицы предустановок ЧПУ отменяет активное смещение нулевой точки.

ЧПУ задает предустановку только по тем осям, для которых определены значения в таблице предустановок. Точка привязки осей, отмеченных символом -, остается без изменений.

При активации номера 0 предустановки (строка 0) активируется точка привязки, заданная в последний раз в ручном режиме работы.

В режиме работы PGM-тест цикл 247 не действует.

Параметры цикла

▶ **Номер точки привязки?**: из таблицы предустановок задайте номер точки привязки, которая должна быть активирована. Диапазон ввода от 0 до 65535

Пример: NC-кадры

```
13 CYCL DEF 247 УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ
    Q339=4    ;НОМЕР ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ
```

11.5 ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ (цикл 8, DIN/ISO: G28)

Действие

ЧПУ может выполнять обработку в плоскости зеркального отображения.

Зеркальное отображение действует с момента его определения в программе. Оно действует также в режиме работы «Позиционирование» с ручным вводом. ЧПУ показывает активные оси отображения в дополнительной индикации состояния.

- Если отображается только одна ось, то изменяется направление вращения инструмента. Этот принцип не действует в циклах обработки.
- Если зеркально отображаются две оси, то направление вращения сохраняется.

Результат зеркального отображения зависит от положения нулевой точки:

- Нулевая точка лежит на отображаемом контуре: элемент отражается прямо в нулевой точке;
- Нулевая точка лежит вне отображаемого контура: элемент дополнительно смещается;

Сброс

Заново запрограммируйте цикл ОТОБРАЖЕНИЕ с вводом NO ENT.

Учитывайте при программировании!

Если отображается только одна ось, изменяется направление вращения в циклах фрезерования с номерами 200. Исключение: цикл 208, в котором сохраняется определенное в цикле направление вращения.

Параметры цикла

▶ **Отображаемая ось?**: задайте оси, которые требуется зеркально отобразить; можно отобразить все оси, включая оси вращения, за исключением оси шпинделя и относящейся к ней вспомогательной оси. Допускается ввод максимально трех осей. Диапазон ввода до 3 осей ЧПУ **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **W**, **A**, **B**, **C**

Пример: NC-кадры

```
79 CYCL DEF 8.0 ОТОБРАЖЕНИЕ
80 CYCL DEF 8.1 X Y U
```

11.6 ВРАЩЕНИЕ (цикл 10, DIN/ISO: G73)

Действие

В пределах программы ЧПУ может вращать систему координат в плоскости обработки вокруг активной нулевой точки.

ВРАЩЕНИЕ действует с момента его определения в программе. Он действует также в режиме работы «Позиционирование» с ручным вводом. ЧПУ показывает активный угол вращения в дополнительной индикации состояния.

Базовая ось для угла вращения:

- Плоскость X/Y Ось X
- Плоскость Y/Z Ось Y
- Плоскость Z/X Ось Z

Сброс

Заново запрограммируйте цикл ВРАЩЕНИЕ с углом поворота 0°.

Учитывайте при программировании!

ЧПУ отменяет активную коррекцию ну радиус путем определения цикла 10. При необходимости следует повторно запрограммировать коррекцию на радиус.

После определения цикла 10 переместите обе оси плоскости обработки для активизации вращения.

Параметры цикла

▶ **Вращение**: введите угол вращения в градусах (°). Диапазон ввода от -360,000° до +360,000° (абсолютно или в приращениях)

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 ВРАЩЕНИЕ
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL 1
```

11.7 МАСШТАБИРОВАНИЕ (цикл 11, DIN/ISO: G72)

Действие

В пределах программы система ЧПУ может увеличивать или уменьшать контуры. Таким образом можно учитывать, например, коэффициенты усадки и припуска.

КОЭФФИЦЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ действует с момента его определения в программе. Он действует также в режиме работы «Позиционирование» с ручным вводом. ЧПУ показывает активный коэффициент масштабирования в дополнительной индикации состояния.

Коэффициент масштабирования действует

- в плоскости обработки или по всем осям координат одновременно (зависит от машинного параметра 7410)
- на данные о размерах в циклах
- также на параллельные оси U,V,W

Условие

Перед увеличением или уменьшением нулевая точка должна быть перемещена на грань или угол контура.

Увеличение: SCL от 1 до 99,999 999

Уменьшение: SCL от 1 до 0,000 001

Сброс

Заново запрограммируйте цикл КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ с коэффициентом 1.

Параметры цикла

▶ **Коэффициент?**: введите коэффициент SCL (англ.: scaling); ЧПУ умножит координаты и радиусы на SCL (как описано в «Действии»). Диапазон ввода от 0,000000 до 99,999999

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 КОЭФФ. МАСШТАБ.
16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

11.8 КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ ОСИ (цикл 26)

Действие

С помощью цикла 26 можно учесть коэффициенты усадки или припуска, специфические для конкретной оси.

КОЭФФИЦЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ действует с момента его определения в программе. Он действует также в режиме работы «Позиционирование» с ручным вводом. ЧПУ показывает активный коэффициент масштабирования в дополнительной индикации состояния.

Сброс

Заново запрограммируйте цикл КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ с коэффициентом 1 для соответствующей оси.

Учитывайте при программировании!

Оси координат с положениями для круговых траекторий запрещается растягивать или сжимать с помощью различных коэффициентов.

Для каждой оси координат можно ввести собственный осевой коэффициент масштабирования.

Дополнительно можно запрограммировать координаты центра для всех коэффициентов масштабирования.

Контур растягивается от центра или сжимается к нему, то есть, не обязательно от или к текущей нулевой точке, как в цикле 11 КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ.

Параметры цикла

- **Ось и коэффициент**: с помощью кнопки Softkey выберите ось (оси) координат и введите коэффициент (-ы) расширения или сжатия. Диапазон ввода от 0,000000 до 99,999999
- **Координаты цента**: центр расширения или сжатия оси. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 ОСЕВОЙ КОЭФ. МАСШТАБ.
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1
```

11.9 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ (цикл 19, DIN/ISO: G80, опция ПО 1)

Действие

В цикле 19 путем ввода углов наклона определяется положение плоскости обработки - другими словами положение оси инструмента относительно жесткой системы координат станка. Положение плоскости обработки можно задать двумя способами:

- Непосредственным вводом положения наклона осей
- Описанием 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 рассматривая это сечение с той оси, относительно которой нужно осуществить наклон. Двумя пространственными углами однозначно определяется любое положение инструмента в пространстве.

Обратите внимание на то, что положение наклоненной системы координат и связанные с ней перемещения в наклоненной системе зависят от описания наклоненной плоскости.

Если положение плоскости обработки запрограммировано через пространственный угол, система ЧПУ автоматически рассчитывает требуемые для этого установки углов осей наклона и записывает их в параметрах от Q120 (A-ось) до Q122 (C-ось).

Внимание, опасность столкновения!

В зависимости от конфигурации станка при определении пространственного угла возможны два решения (положения оси). С помощью соответствующих тестов на вашем станке проверьте, какое положение оси выбирает программное обеспечение ЧПУ.

Если вам доступна опция DCM, то вы можете задать отображение соответствующего положения оси при тестировании программы в режиме ПРОГРАММА+КИНЕМАТИКА (см. руководство пользователя Диалог открытым текстом, **Динамический контроль столкновений**).

Последовательность вращений для расчета положения плоскости задана жестко: сначала ЧПУ поворачивает A-ось, потом B-ось и, наконец, C-ось.

Цикл 19 действует с момента его определения в программе. Как только в наклоненной системе координат производится перемещение какой-либо оси, начинает действовать коррекция для этой оси. Если коррекция должна рассчитываться по всем осям, следует перемещать все оси.

Если функция **Наклон Прогон программы** в ручном режиме работы установлена в положение **Активна**, то введенное в этом меню значение угла переписывается циклом 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ.

Учитывайте при программировании!

Функции наклона плоскости обработки подгоняются фирмой-производителем к системе ЧПУ и станку. При определенных поворотных головках (поворотных столах) производитель станка определяет, как ЧПУ будет интерпретировать запрограммированные в цикле углы: как координаты осей вращения или как математические углы наклонной плоскости. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

В связи с тем что незапрограммированные значения осей вращения всегда интерпретируются программой как неизменяемые значения, следует всегда определять все три пространственных угла, даже если величина одного или нескольких углов равна 0.

Наклон плоскости обработки всегда выполняется относительно активной нулевой точки.

Если используется цикл 19 при активной M120, то ЧПУ автоматически отменяет коррекцию на радиус, а также функцию M120.

Внимание, опасность столкновения!

Всегда обращайте внимание на то, чтобы последний заданный угол был меньше 360°!

Параметры цикла

- **Ось и угол вращения?**: задайте ось вращения с соответствующим углом вращения; запрограммируйте оси вращения A, B и C с помощью клавиш Softkey. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000

Если ЧПУ позиционирует оси вращения автоматически, то можно дополнительно ввести следующие параметры

- **Подача? F=**: скорость перемещения оси вращения при автоматическом позиционировании. Диапазон ввода от 0 до 99999,999
- **Безопасное расстояние?** (в инкрементах): ЧПУ позиционирует поворотную головку так, чтобы положение с учетом удлинения инструмента на величину безопасного расстояния не изменилось относительно заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

Внимание, опасность столкновения!

Учитывайте то, что безопасное расстояние в цикле 19 отсчитывается не от верхнего края заготовки (как в циклах обработки), а от активной точки привязки!

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 диалоговом окне клавишей NO ENT. Таким образом функция становится неактивной.

Позиционирование осей вращения

Изготовитель станка определяет, должен ли цикл 19 автоматически позиционировать оси вращения, или оси вращения должны позиционироваться в программе вручную. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Позиционирование осей вращения в ручном режиме

Если цикл 19 не позиционирует оси вращения автоматически, то вы должны позиционировать оси вращения в отдельном L-кадре после определения цикла.

При работе с углами осей можно определять значения осей непосредственно в L-кадре. При работе с пространственными углами используйте описанные циклом 19 Q-параметры **Q120** (значение оси A), **Q121** (значение оси B) и **Q122** (значение оси C).

Примеры NC-кадров:

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ	Определение пространственного угла для расчета коррекции
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0	
14 L A+Q120 C+Q122 R0 F1000	Позиционирование осей вращения на значения, вычисленные циклом 19
15 L Z+80 R0 FMAX	Активация коррекции Ось шпинделя
16 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Активация коррекции Плоскость обработки

Всегда используйте при ручном позиционирования указанные в Q-параметрах с Q120 по Q122 положения осей вращения!

Избегайте использования таких функций, как M94 (уменьшение углов), чтобы при многократных вызовах не возникло несоответствия между фактическими и заданными позициями осей вращения.

Автоматическое позиционирование осей вращения

Если цикл 19 позиционирует оси вращения автоматически, то действует следующее:

- ЧПУ может автоматически позиционировать только настроенные оси.
- При определении цикла следует дополнительно к углам наклона ввести безопасное расстояние и подачу для позиционирования осей наклона.
- Используйте только предварительно описанные инструменты (полная длина инструмента должна быть определена).
- В процессе наклона положение вершины инструмента по отношении к обрабатываемой детали остается почти неизменным.
- ЧПУ выполняет операцию наклона с последней запрограммированной подачей. Максимально достижимая подача зависит от сложности поворотной головки (поворотного стола).

Примеры NC-кадров:

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ	Определение угла для расчета коррекции
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0 F5000 ABST50	Дополнительное определение подачи и интервала
14 L Z+80 R0 FMAX	Активация коррекции Ось шпинделя
15 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Активация коррекции Плоскость обработки

Индикация положения в наклоненной системе

Отображаемые позиции (**ЗАДАННАЯ** и **ФАКТИЧЕСКАЯ**) и индикация нулевых точек в дополнительной индикации состояния после активации цикла 19 относятся к наклоненной системе координат. В некоторых случаях непосредственно после определения цикла отображаемая позиция больше не совпадает с координатами последней запрограммированной перед циклом 19 позицией.

Контроль рабочего пространства

В наклоненной системе координат ЧПУ проверяет только оси на конечном переключателе, которые перемещаются. При необходимости ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Позиционирование в наклоненной системе

С помощью дополнительной функции M130 можно и в наклоненной системе осуществлять установку в положения, которые связаны с не наклоненной системой координат.

Также можно выполнять позиционирование с кадрами прямых, относящихся к системе координат станка (кадры с M91 или M92), при наклоненной плоскости обработки. Ограничения:

- Позиционирование осуществляется без коррекции на длину инструмента
- Позиционирование осуществляется без коррекции на геометрию станка
- Коррекция радиуса инструмента не разрешена

Комбинация с другими циклами преобразования координат

В случае комбинации циклов преобразования координат следует учесть, что наклон плоскости обработки всегда выполняется относительно активной нулевой точки. Можно переместить нулевую точку перед активацией цикла 19: в этом случае вы перемещаете "жесткую систему координат станка“.

Если следует переместить нулевую точку после активации цикла 19, то вы перемещаете "наклоненную систему координат“.

Важно: при сбросе цикла действуйте в порядке, обратном порядку при определении цикла

1. Активируйте перемещение нулевой точки
2. Активируйте наклон плоскости обработки
3. Активируйте вращение

...

Обработка заготовки

...

1. Сброс вращения
2. Сброс наклона плоскости обработки
3. Сброс смещения нулевой точки

Автоматические измерения в наклоненной системе

С помощью измерительных циклов ЧПУ можно определить размеры заготовки в наклоненной системе. Результаты измерений ЧПУ сохраняет в Q-параметрах, которые можно использовать в дальнейшем (например, при распечатке результатов на принтере).

Руководство по работе с циклом 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ

1 Составление программы

- Определение инструмента (не требуется, если функция TOOL.T активна), введите полную длину инструмента
- Вызов инструмента
- Отведите ось шпинделя таким образом, чтобы при наклоне не могло произойти столкновения инструмента и заготовки (зажимного приспособления)
- При необходимости позиционируйте ось(и) вращения с помощью L-кадра 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 активации коррекции
- Запрограммируйте обработку так, как если бы она выполнялась в ненаклонной плоскости
- При необходимости определите цикл 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ с другими углами, чтобы выполнить обработку при другой установке осей. В этом случае сбрасывать цикл 19 не требуется, можно непосредственно ввести новые положения углов
- Сброс цикла 19 ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ; введите 0° для всех осей вращения
- Деактивация функции ПЛОСКОСТЬ ОБРАБОТКИ; заново определите цикл 19, подтвердите вопрос в диалоговом окне с помощью NO ENT
- При необходимости выполните сброс смещения нулевой точки
- При необходимости установите оси вращения в положение 0°

2 Закрепление заготовки

3 Подготовка в режиме работы
Позиционирование с ручным вводом данных

Позиционируйте ось(и) вращения для установки точки привязки до соответствующего значения угла. Значение угла зависит от выбранной Вами базовой поверхности на заготовке.

4 Подготовка в режиме работы
Ручной режим

Установите функцию Наклон плоскости обработки с помощью кнопки 3D-ROT на АКТИВНО для ручного режима работы; при неотрегулированных осях внесите значения углов осей вращения в меню

Если оси не отрегулированы, записанные значения углов должны совпадать с фактическим положением оси (осей) вращения, в противном случае ЧПУ неверно рассчитает точку привязки.

5 Назначение точки привязки

- Вручную путем касания, как в ненаклонной системе
- В управляемом режиме с помощью HEIDENHAIN 3D-измерительного щупа (см. руководство пользователя по циклам измерительного щупа, Глава 2)
- Автоматически с помощью HEIDENHAIN 3D-измерительного щупа (см. руководство пользователя по циклам измерительного щупа, Глава 3)

6 Запуск программы обработки в режиме работы
Выполнение программы в автоматическом режиме

7 Режим работы Ручное управление

Установите функцию Наклон плоскости обработки с помощью кнопки 3D-ROT в состояние НЕАКТИВНО. Через меню введите значение угла 0° для всех осей вращения.

11.10Примеры программирования

Пример: циклы пересчета координат

Выполнение программы

- Перерасчет координат в главной программе
- Обработка в подпрограмме

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	Отвод инструмента
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 метки для повторения части программы
11 CYCL DEF 10.0 ВРАЩЕНИЕ	Вращение на 45° в инкрементах
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; всего шесть раз
15 CYCL DEF 10.0 ВРАЩЕНИЕ	Сброс вращения
16 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
17 TRANS DATUM RESET	Сброс смещения нулевой точки

18 L Z+250 R0 FMAX M2	Отвод инструмента, конец программы
19 LBL 1	Подпрограмма 1
20 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Определение обработки фрезерованием
21 L Z+2 R0 FMAX M3	
22 L Z-5 R0 F200	
23 L X+30 RL	
24 L IY+10	
25 RND R5	
26 L IX+20	
27 L IX+10 IY-10	
28 RND R5	
29 L IX-10 IY-10	
30 L IX-20	
31 L IY+10	
32 L X+0 Y+0 R0 F5000	
33 L Z+20 R0 FMAX	
34 LBL 0	
35 END PGM KOUMR MM	

12

Циклы: специальные функции

12.1 Основные положения

Обзор

В системе ЧПУ доступны различные циклы для следующих специальных применений:

Цикл	Softkey	Стр.
9 ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ		Стр. 321
12 ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ		Стр. 322
13 ОРИЕНТАЦИЯ ШПИНДЕЛЯ		Стр. 324
32 ДОПУСК		Стр. 325
225 ГРАВИРОВКА текстов		Стр. 329
290 ТОЧЕНИЕ С ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ (опция ПО)		Стр. 333

12.2 ПАУЗА (цикл 9, DIN/ISO: G04)

Функция

Работа программы останавливается на продолжительность ВРЕМЕНИ ВЫДЕРЖКИ. Пауза может служить, например, для ломки стружки.

Цикл действует с момента его определения в программе. Это не влияет на модально действующие (остающиеся) состояния, например, на вращение шпинделя.

Пример: NC-кадры

```
89 CYCL DEF 9.0 ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ
90 CYCL DEF 9.1 ПАУЗА 1.5
```

Параметры цикла

- **Время выдержки в секундах**: введите паузу в секундах Диапазон ввода от 0 до 3 600 с (1 час) с шагом 0,001 с

12.3 ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ (цикл 12, DIN/ISO: G39)

Функция цикла

Вы можете приравнивать любые программы обработки, например, специальные циклы сверления или геометрические модули, какому-либо циклу обработки. В этом случае вы вызываете данную программу как цикл.

Учитывайте при программировании!

Вызываемая программа должна храниться на жестком диске ЧПУ.

Если вы вводите только имя программы, то в этом случае декларируемая как цикл программа должна находиться в той же директории, что и вызывающая программа.

Если декларируемая как цикл программа не находится в той же директории, что и вызывающая программа, то введите полный путь, например, **TNC:\KLAR35\FK1\50.H**.

Если вы хотите декларировать как цикл DIN/ISO-программу, введите после имени программы расширение файла .I.

При вызове программы с циклом 12 Q-параметры всегда действуют глобально. Поэтому учитывайте то, что изменения Q-параметров в вызванной программе при известных условиях оказывают влияние также на вызывающую программу.

Параметры цикла

▶ **Имя программы**: имя вызываемой программы, при необходимости, с указанием пути к программе. Максимальная длина ввода составляет 254 символа

Определенную программу можно вызвать следующими функциями:

- **CYCL CALL** (отдельный кадр) или
- **CYCL CALL POS** (отдельный кадр) или
- **M99** (покадрово) или
- **M89** (выполняется после каждого кадра позиционирования)

Пример: Определите программу 50 как цикл и вызовите ее с помощью M99

```
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
```

12.4 ОРИЕНТАЦИЯ ШПИНДЕЛЯ (цикл 13, DIN/ISO: G36)

Функция цикла

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем.

ЧПУ может управлять главным шпинделем станка и поворачивать его в определенное угловое положение.

Ориентация шпинделя может, например, потребоваться

- в системах смены инструмента с определенной позицией для смены инструмента
- для ориентации окна передачи и приема трехмерных измерительных щупов с инфракрасной передачей

Определенное в цикле угловое положение ЧПУ устанавливает путем программирования M19 или M20 (зависит от станка).

Если программируется M19 или M20 без предварительного определения цикла 13, то ЧПУ позиционирует шпиндель в угловое положение, заданное производителем станка (см. инструкцию по обслуживанию станка).

Пример: NC-кадры

```
93 CYCL DEF 13.0 ОРИЕНТАЦИЯ
94 CYCL DEF 13.1 УГОЛ 180
```

Учитывайте при программировании!

Внутри циклов обработки 202, 204 и 209 используется цикл 13. В вашей NC-программе учитывайте, что при известных условиях может потребоваться заново запрограммировать цикл 13 после одного из вышеназванных циклов обработки.

Параметры цикла

- **Угол ориентации**: введите угол относительно базовой оси рабочей плоскости. Диапазон ввода: от 0,0000° до 360,0000°

12.5 ДОПУСК (цикл 32, DIN/ISO: G62)

Функция цикла

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем. Этот цикл может быть заблокирован.

Путем ввода данных в цикле 32 можно повлиять на результат HSC-обработки, а именно: на точность, качество поверхности и скорость, если система ЧПУ была адаптирована под характеристики данного станка.

ЧПУ автоматически сглаживает контур между любыми (откорректированными или неоткорректированными) элементами контура. Таким образом, инструмент непрерывно перемещается по поверхности детали, не нанося вреда механике станка. Допуск, определенный в цикле, действует дополнительно также при перемещениях по дугам окружности.

При необходимости ЧПУ автоматически ограничивает запрограммированную подачу таким образом, что программа всегда отрабатывается «без рывков» с максимальной скоростью. **Даже если ЧПУ не уменьшает скорость перемещения, заданный допуск всегда соблюдается**. Чем больший допуск вы задаете, тем быстрее ЧПУ может производить перемещения.

Погрешность возникает при сглаживании контура. Величина данного отклонения от контура (**значение допуска**) определяется в машинном параметре производителем станка. С помощью цикла **32** можно изменить преднастроенное значение допуска.

Факторы, влияющие на определение геометрии в CAM-системе

Существенным фактором, влияющим на удаленное NC-программирование, является определяемая в CAM-системе ошибка спрямления S. По ошибке спрямления определяется максимальное расстояние между точками 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.

Учитывайте при программировании!

При очень маленьких значениях допуска станок не может обрабатывать контур без рывков. Рывки обусловлены не ограниченной вычислительной мощностью ЧПУ, а тем обстоятельством, что система ЧПУ должна очень точно проходить контурные переходы, что требует существенного уменьшения скорости.

Цикл 32 является DEF-активным; это означает, что он действует с момента его определением в программе.

ЧПУ устанавливает цикл 32 в исходное состояние, если

- вы определяете цикл 32 заново и подтверждаете вопрос в диалоговом окне о **значении допуска** с помощью NO ENT
- Вы выбираете новую программу с помощью клавиши PGM MGT

После сброса цикла 32 ЧПУ снова активирует допуск, ранее определенный через машинные параметры.

Введенное значение допуска T переводится в MM-программе ЧПУ в единицу измерения «мм» и в Inch-программе в единицу измерения «дюйм».

Если программа вводится с помощью цикла 32, т.е. в качестве параметра цикла имеется лишь **значение допуска** T, то ЧПУ при необходимости вводит оба оставшихся параметра со значением 0.

При возрастающем допуске, как правило, уменьшается диаметр окружности при круговых движениях. Если HSC-фильтр на вашем станке является активным (при необходимости обращаться с запросом к производителю станка), окружность может быть больше.

Если цикл 32 активен, то ЧПУ в дополнительной индикации состояния, закладка **CYC** показывает определенные параметры цикла 32.

Параметры цикла

- **Значение допуска T**: допустимое отклонение от контура в мм (или дюймах в Inch-программах). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **HSC-MODE, чист. обр.=0, чер. обр.=1**: активация фильтра:
  - Введенное значение 0: **Фрезерование с повышенной точностью контура**. Система ЧПУ использует внутренние настройки фильтра чистовой обработки
  - Введенное значение 1: **Фрезерование с повышенной скоростью подачи**. Система ЧПУ использует внутренние настройки фильтра черновой обработки
- **Допуск для осей вращения TA**: допустимое отклонение положения осей вращения в градусах при активной **M128** (**ФУНКЦИЯ TCPM**). ЧПУ уменьшает подачу по траектории всегда таким образом, что при движениях в нескольких осях самая медленная ось перемещается с максимальной подачей. Как правило, оси вращения значительно медленнее, чем линейные оси. Путем ввода большого допуска (например, 10°) можно существенно сократить время обработки в многоосевых обрабатывающих программах, так как в этом случае ЧПУ не должна постоянно перемещать ось вращения в предварительно заданное положение. Ввод допуска для осей вращения не приводит к повреждению контура. Это лишь изменяет положение оси вращения относительно поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 179,9999

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
```

12.6 ГРАВИРОВКА (цикл 225, DIN/ISO: G225)

Ход цикла

С помощью этого цикла выполняется гравировка текстов на плоской поверхности заготовки. Тексты можно размещать вдоль прямой или вдоль окружность.

1 Система ЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу из текущей позиции в точку старта первого знака.

2 Инструмент погружается перпендикулярно на гравируемую глубину и фрезерует первый знак. Необходимые движения отвода между знаками система ЧПУ выполняет на безопасное расстояние. В конце знака инструмент встает на безопасное расстояние над поверхностью.

3 Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будут выгравированы все знаки.

4 Затем ЧПУ позиционирует инструмент на 2 ое безопасное расстояние

Учитывайте при программировании!

Знак параметра цикла «Глубина» определяет направление обработки.

При гравировке текста на прямой (**Q516=0**) начальная точка первого знака определяется позицией инструмента при вызове цикла.

При гравировке текста на окружности (**Q516=1**) центр окружности определяется позицией инструмента при вызове цикла.

Гравируемый текст можно передать с помощью строковой переменной (**QS**).

Параметры цикла

- **Гравируемый текст** QS500: гравируемый текст в кавычках. Присвоение строковой переменной с помощью кнопки Q на номерном блоке, кнопки Q на клавиатуре ASCI соответствует обычному вводу текста. Разрешенные символы: Смотри „Гравировка системных переменных", страница 332
- **Высота символа** Q513 (абсолютная): высота гравируемого символа в мм. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Расстояние коэффициента** Q514: выбранный шрифт является так называемым пропорциональным шрифтом. Это означает, что каждый знак имеет собственную ширину, которую система ЧПУ гравирует соответствующим образом при Q514=0. При задании Q514 не равным 0 система ЧПУ масштабирует расстояние между знаками. Диапазон ввода от 0 до 9,9999
- **Шрифт** Q515: в данный момент без функции
- **Текст на прямой/окружности (0/1)** Q516: Гравировать текст на прямой: введите = 0 Гравировать текст на окружности: введите = 1
- **Угол разворота** Q374: Центральный угол, если необходимо расположить текст на окружности. Угол гравировка при прямом расположении текста. Диапазон ввода: -360,0000 до +360,0000°
- **Радиус для текста на окружности** Q517 (абсолютное значение): радиус дуги окружности в мм, на котором система ЧПУ должна расположить текст Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача при фрезеровании** Q207: скорость передвижения инструмента при гравировке в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU** или **FZ**
- **Глубина** Q201 (в инкрементах): расстояние между поверхностью заготовки и дном гравировки
- **Подача на врезание** Q206: скорость передвижения инструмента при врезании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через **FAUTO**, **FU**
- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Коорд. поверхности заготовки** Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ое безопасное расстояние** Q204 (в инкрементах): координата по оси шпинделя, на которой невозможно столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
62 CYCL DEF 225 ГРАВИРОВКА
    QS500=“TXT2“;ГРАВИРУЕМЫЙ ТЕКСТ
    Q513=10   ;ВЫСОТА СИМВОЛА
    Q514=0    ;КОЭФ. РАССТ.
    Q515=0    ;ШРИФТ
    Q516=0    ;РАСПОЛОЖЕНИЕ ТЕКСТА
    Q374=0    ;УГОЛ РАЗВОРОТА
    Q517=0    ;РАДИУС ОКРУЖНОСТИ
    Q207=750  ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q201=-0,5 ;ГЛУБИНА
    Q206=150  ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ
    Q200=2    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q203=+20  ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50   ;2-ОЕ БЕЗОП. РАССТ.
```

Разрешенные символы

Помимо прописных и заглавных букв, а также цифр можно гравировать следующие символы:

! # $ % & ‘ ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _

Знаки **%** и \ система ЧПУ использует для специальных функций. Если вы хотите их выгравировать, то необходимо задавать их дважды, например: **%%**.

С помощью цикла вы также можете выполнять гравировку умлаутов и знаков диаметра:

Символ	Ввод
ä	%ae
ö	%oe
ü	%ue
Ä	%AE
Ö	%OE
Ü	%UE
ø	%D

Непечатаемые знаки

Помимо текста также возможно задание некоторых непечатаемых знаков с целью форматирования. Ввод непечатаемых знаков начинается со специального знака \.

Доступны следующие возможности:

- **\n**: Переход строки
- **\t**: горизонтальный табулятор (ширина табулятора равняется 8 знакам)
- **\v**: вертикальный табулятор (ширина табулятора равняется одной строке)

Гравировка системных переменных

В дополнение к постоянным знакам позволяется гравировать содержимое определенных системных переменных. Ввод системной переменной начинается со специального знака **%**.

Также можно выгравировать текущую дату. Для этого введите **%time<x>**. **<x>** задает формат даты, его значение идентично функции **SYSSTR ID332** (см. руководство пользователя «Диалог открытым текстом», глава «Программирование Q-параметров», раздел «Копирование данных системы в параметр строки»).

Учитывайте то, что при вводе даты от 1 до 9 необходимо добавлять 0 перед числом, например, **time08**.

12.7 ТОЧЕНИЕ С ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ (опция ПО, цикл 290, DIN/ISO: G290)

Ход цикла

Этот цикл позволяет создавать осесимметричный уступ или прорезку в плоскости обработки, заданные с помощью начальной и конечной точек (смотри также „Возможные варианты обработки” на странице 337). Центром вращения является начальная точка (XY) при вызове цикла. Плоскости вращения можно наклонять и скруглять друг относительно друга. Плоскости можно создавать как с помощью точения с интерполяцией, так и с помощью фрезерования.

При точении с интерполяцией заготовка не вращается. Инструмент выполняет вращательное движение на главных осях X и Y. Одновременно система ЧПУ подводит шпиндель S таким образом, что режущая кромка токарного резца всегда направлена к центру вращения заготовки. Поэтому можно использовать цикл 290 даже на трехосевом станке.

Центр обработки не должен находиться в середине круглого стола. Установите центр через позицию инструмента при вызове цикла.

1. ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту в начальную точку обработки. Она получается путем плавного продления начальной точки контура на длину безопасного расстояния.
2. Система ЧПУ создает заданный контур с помощью точения с интерполяцией. При этом главные оси плоскости обработки описывают движение по окружности, в то время, как ось шпинделя проходит перпендикулярно поверхности.
3. В конечной точке контура система ЧПУ перемещает инструмент на безопасное расстояние по перпендикуляру.
4. Затем ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту

Учитывайте при программировании!

Инструмент, применяемый в данном цикле, может быть как токарным, так и фрезерным инструментом (Q444=0). Данные геометрии этого инструмента задаются в таблице инструмента TOOL.T следующим образом:

- Колонка **L** (**DL** - значение коррекции):
  Длина инструмента (самая нижняя точка режущей кромки инструмента)
- Колонка **R** (**DR** - значение коррекции):
  Наружный радиус инструмента (самая внешняя точка режущей кромки инструмента)
- Колонка **R2** (**DR2** - значение коррекции):
  Радиус режущей кромки инструмента

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем. Соблюдайте указания руководства по управлению станком.

Цикл используется только на станках с управляемым шпинделем (за исключением **Q444=0**).

Опция ПО 96 должна быть активирована.

Цикл не позволяет выполнять черновую обработку за несколько этапов.

Центром интерполяции является положение инструмента при вызове цикла.

Система ЧПУ удлиняет первую обрабатываемую поверхность на длину безопасного расстояния.

С помощью значений **DL** и **DR** кадра **TOOL CALL** можно реализовать припуски. Система ЧПУ не учитывает **DR2**-данные в кадре **TOOL CALL**.

Чтобы ваш станок достигал большой скорости движения по траектории, задайте большой допуск с помощью цикла 32 перед вызовом цикла.

Программируйте такую скорость резания, которая может быть достигнута скоростью движения по траектории на осях вашего станка. Так вы получите оптимальное разрешение геометрии и постоянную скорость обработки.

Система ЧПУ следит за возможными столкновениями, которые могут возникнуть из-за соответствующей геометрии инструмента.

Учитывайте возможные варианты обработки: Смотри „Возможные варианты обработки”, страница 337

Параметры цикла

- **Безопасное расстояние** Q200 (в инкрементах): Длина продления заданного контура при подводе и отводе. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q445 (абсолютная): абсолютная высота, на которой невозможно столкновение инструмента с заготовкой; позиция, на которую возвращается инструмент в конце цикла. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Угол ориентации шпинделя** Q336 (абсолютное значение): угол, по которому выравнивается режущая кромка на 0°-позиции шпинделя. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Скорость реза [м/мин]** Q440: скорость реза инструмента в м/мин. Диапазон ввода от 0 до 99,999
- **Врезание за оборот [мм/об]** Q441: подача, которую выполняет инструмент за оборот. Диапазон ввода от 0 до 99,999
- **Начальный угол на плоскости XY** Q442: начальный угол на плоскости XY. Диапазон ввода от 0 до 359,999
- **Направление обработки (-1/+1)** Q443:
  Обработка по часовой стрелке: введите = -1
  Обработка против часовой стрелки: введите = +1
- **Интерполируемая ось (4...9)** Q444: обозначение интерполируемой оси.
  Ось A является интерполируемой: введите = 4
  Ось B является интерполируемой: введите = 5
  Ось C является интерполируемой: введите = 6
  Ось U является интерполируемой: введите = 7
  Ось V является интерполируемой: введите = 8
  Ось W является интерполируемой: введите = 9
  Фрезерование контура: введите = 0

- **Диаметр начала контура** Q491 (абсолютное значение): вершина начальной точки по X, введите диаметр. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начало контура Z** Q492 (абсолютное значение): вершина начальной точки по Z. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Диаметр конца контура** Q493 (абсолютное значение): вершина конечной точки по X, введите диаметр. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Конец контура Z** Q494 (абсолютное значение): вершина конечной точки по Z. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Угол боковой поверхности** Q495: угол первой обрабатываемой поверхности в градусах. Диапазон ввода от -179,999 до 179,999
- **Угол торцевой поверхности** Q496: угол второй обрабатываемой поверхности в градусах. Диапазон ввода от -179,999 до 179,999
- **Радиус угла контура** Q500: скругление угла между обрабатываемыми поверхностями Диапазон ввода от 0 до 999,999

Пример: NC-кадры

```
62 CYCL DEF 290 ТОЧЕНИЕ С
ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ
    Q200=2     ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q445=+50   ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q336=0     ;УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
    Q440=20    ;СКОРОСТЬ РЕЗА
    Q441=0,75  ;ВРЕЗАНИЕ
    Q442=+0    ;НАЧ. УГОЛ
    Q443=-1    ;НАПР. ОБРАБ.
    Q444=+6    ;ИНТЕРП. ОСЬ
    Q491=+25   ;ДИМАЕТР НАЧАЛА
                КОНТУРА
    Q492=+0    ;НАЧАЛО КОНТУРА Z
    Q493=+50   ;КОНЕЦ КОНТУРА X
    Q494=-45   ;КОНЕЦ КОНТУРА Z
    Q495=+0    ;УГОЛ БОК. ПОВЕРХНОСТИ
    Q496=+0    ;УГОЛ ТОРЦ. ПОВЕРХН.
    Q500=4.5   ;РАДИУС УГЛА КОНТУРА
```

Фрезерование контура

При вводе **Q444=0** вы можете фрезеровать поверхности. Используйте фрезу с одним радиусом режущей кромки (R2) для этой обработки. Если плоскости имеют большие припуски, то, как правило, легче выполнять их предварительную обработку с помощью фрезерования, а не с помощью точения с интерполяцией.

Этот цикл позволяет при фрезеровании также обработку за несколько проходов.

Учитывайте, что при фрезеровании скорость подачи соответствует введенному в **Q440** значению (скорость резания). Скорость реза измеряется в метрах в минуту.

Возможные варианты обработки

Из комбинации начальной и конечной точек с углами Q495 и Q496 вытекают следующие варианты обработки:

- **Наружная обработка в квадрате 1 (1)**:
  - введите угол боковой поверхности Q495 положительным
  - введите угол торцевой поверхности Q496 отрицательным
  - введите начало контура X Q491 меньше конца контура X Q493
  - введите начало контура Z Q492 больше конца контура Z Q494
- **Внутренняя обработка в квадрате 2 (2)**:
  - введите угол боковой поверхности Q495 отрицательным
  - введите угол торцевой поверхности Q496 положительным
  - введите начало контура X Q491 больше конца контура X Q493
  - введите начало контура Z Q492 больше конца контура Z Q494
- **Наружная обработка в квадрате 3 (3)**:
  - введите угол боковой поверхности Q495 положительным
  - введите угол торцевой поверхности Q496 отрицательным
  - введите начало контура X Q491 больше конца контура X Q493
  - введите начало контура Z Q492 меньше конца контура Z Q494
- **Внутренняя обработка в квадрате 4 (4)**:
  - введите угол боковой поверхности Q495 отрицательным
  - введите угол торцевой поверхности Q496 положительным
  - введите начало контура X Q491 меньше конца контура X Q493
  - введите начало контура Z Q492 меньше конца контура Z Q494
- **Прорезка аксиальная**:
  - введите начало контура X Q491, равное концу контура X Q493
- **Прорезка радиальная**:
  - введите начало контура Z Q492 меньше конца контура Z Q494

13

Работа с циклами измерительных щупов

13.1 Общие сведения о циклах измерительных щупов

Система ЧПУ должна быть подготовлена производителем для применения 3D-измерительных щупов. Руководствуйтесь инструкцией по эксплуатации станка.

Компания HEIDENHAIN берет на себя ответственность за правильную работу функций циклов измерительного щупа только в том случае, если используются щупы производства HEIDENHAIN!

Если вы проводите измерения во время работы программы, обращайте внимание на то, чтобы данные об инструменте (длина, радиус) могли использоваться либо из данных калибровки, либо из последнего кадра **TOOL CALL** (выбор через MP7411).

Принцип действия

Когда ЧПУ отрабатывает цикл измерительного щупа, 3D-щуп перемещается параллельно оси к обрабатываемой детали (также при активном развороте плоскости обработки и при наклоненной плоскости обработки). Изготовитель станка задает подачу измерения в машинном параметре (см. «Перед началом работы с циклами измерительного щупа» далее в этой главе).

Когда измерительный стержень касается заготовки,

- измерительный 3D-щуп передает сигнал в ЧПУ: координаты измеренного положения сохраняются в памяти,
- 3D-щуп останавливается и
- возвращается на ускоренной подаче в начальное положение операции измерения.

Если в пределах заданного пути измерительный стержень не отклоняется, то ЧПУ выдает соответствующее сообщение об ошибке (путь: MP6130).

Циклы измерительного щупа в ручном режиме работы и в режиме эл. маховичка

В ручном режиме и в режиме электронного маховичка в ЧПУ предусмотрены циклы измерительного щупа, с помощью которых вы:

- можете калибровать измерительный щуп
- компенсация неровного положения заготовки
- устанавливать точки привязки

Циклы измерительного щупа для автоматического режима работы

Наряду с циклами измерительного щупа, которые используются в ручном режиме и в режиме эл. маховичка, в ЧПУ предусмотрено большое количество циклов для самых разнообразных применений в автоматическом режиме работы:

- калибровка измерительного щупа
- компенсация наклонного положения заготовки
- установка точки привязки
- автоматический контроль заготовки
- автоматическое измерение инструмента

Программирование циклов измерительного щупа производится в режиме Сохранение/редактирование программы с помощью клавиши TOUCH PROBE. Циклы измерительного щупа с номерами более 400, как и более новые циклы обработки, используют Q-параметры в качестве передаточных параметров. Параметры с функцией, аналогичной той, которая используется ЧПУ в различных циклах, имеют всегда один и тот же номер: например, Q260 – это всегда «Безопасная высота», Q261 – это всегда «Высота измерения» и т.д.

Для упрощения программирования ЧПУ во время определения цикла показывает вспомогательное изображение. Параметр, который вы должны ввести, подсвечивается на вспомогательном изображении (см. рисунок справа).

Определение цикла измерительного щупа в режиме «Сохранение/редактирование программы»

- Панель клавиш Softkey, разделенная на группы, показывает все доступные функции измерительного щупа

- Выбор группы измерительных циклов, например, установка точки привязки. Циклы автоматического измерения инструмента доступны только в том случае, если на вашем станке предусмотрена такая функция

- Выбор цикла, например, установка точки привязки по центру кармана. ЧПУ открывает диалоговое окно и запрашивает все значения ввода; одновременно ЧПУ выводит в правой половине экрана графику с подсвеченными параметрами ввода
- Введите все запрашиваемые ЧПУ параметры, завершая каждый ввод нажатием кнопки ENT
- Система ЧПУ закроет диалоговое окно после того, как все необходимые данные будут введены

Группа циклов измерения	Softkey	Стр.
Циклы автоматического определения и компенсации неровного положения заготовки		Стр. 348
Циклы автоматической установки точки привязки		Стр. 370
Циклы автоматического контроля детали		Стр. 428
Циклы калибровки, специальные циклы	SONDER-ZYKLEN	Стр. 478
Циклы автоматического измерения кинематики	KINEMATIK	Стр. 494
Циклы автоматического обмера инструмента (активируются производителем станка)		Стр. 526

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 410 ТЧК.ПРИВ.К ЦЕНТРУ
ПРЯМОУГ.
    Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q323=60  ;1-Я ДЛИНА БОК.
              ПОВЕРХНОСТИ
    Q324=20  ;2-Я ДЛИНА БОК.
              ПОВЕРХНОСТИ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q305=10  ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

13.2 Перед началом работы с циклами измерительного щупа!

Чтобы перекрыть максимально возможный диапазон задач измерения, через машинные параметры вы можете сделать настройки, которые определяют главные характеристики всех циклов измерительного щупа:

Максимальный путь до точки измерения: MP6130

Если щуп в пределах определенного в MP6130 пути не отклоняется, то ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Безопасное расстояние до точки измерения: MP6140

В MP6140 задается, на каком расстоянии от определенной или вычисленной циклом точки измерения ЧПУ должна предварительно позиционировать измерительный щуп. Чем меньше вводимое значение, тем точнее следует определять положения для измерения. Во многих циклах измерительных щупов можно дополнительно определять безопасное расстояние, которое прибавляется к машинному параметру 6140.

Ориентация инфракрасного щупа в запрограммированном направлении измерения: MP6165

Чтобы повысить точность измерения при MP 6165 = 1 можно добиться того, что инфракрасный щуп перед каждой операцией измерения будет ориентироваться в запрограммированном направлении измерения. Благодаря этому щуп отклоняется всегда в одном и том же направлении.

Если вы изменяете MP6165, то необходимо заново провести калибровку измерительного щупа, так как изменяется характеристика отклонения.

Учет разворота плоскости обработки в ручном режиме: MP6166

Также для того чтобы повысить точность измерения отдельных позиций в режиме настройки, можно через MP 6166 = 1 добиться того, что при измерении ЧПУ будет учитывать активный разворот плоскости обработки, то есть подводиться к детали под наклоном.

Функция наклонного измерения неактивна для следующих функций ручного режима:

- калибровка длины
- калибровка радиуса
- определение угла разворота плоскости обработки

Многократные измерения: MP6170

Для повышения точности измерений ЧПУ может повторять каждую операцию измерения до трех раз подряд. Если измеренные значения положения слишком сильно отличаются друг от друга, то ЧПУ выдает сообщение об ошибке (предельное значение определено в MP6171). Посредством многократных измерений можно, при определенных обстоятельствах, выявить случайные погрешности измерения, вызванные, например, загрязнением.

Если измеренные значения находятся в доверительном интервале, то ЧПУ сохраняет среднее значение измеренных положений.

Доверительный интервал для многократных измерений: MP6171

При проведении многократных измерений в MP6171 заносится значение, на которое результаты измерения могут отличаться друг от друга. Если разница измеренных значений превышает значение в MP6171, ЧПУ выдает сообщение об ошибке.

Переключающийся щуп, подача измерения: MP6120

В MP6120 определяется подача, с которой ЧПУ должна выполнять измерение детали.

Переключающийся измерительный щуп, подача позиционирования: MP6150

В MP6150 задается подача, с которой ЧПУ предварительно позиционирует измерительный щуп или позиционирует его между точками измерения.

Переключающийся измерительный щуп, ускоренный ход для перемещений позиционирования: MP6151

В MP6151 задается, должна ли система ЧПУ позиционировать щуп с подачей, определенной в MP6150, или на ускоренном ходу станка.

- Значение ввода = 0: позиционирование с подачей из MP6150
- Значение ввода = 1: предварительное позиционирование на ускоренном ходу

KinematicsOpt, граница допуска для режима Оптимизация: MP6600

В **MP6600** устанавливается граница допуска, начиная с которой ЧПУ в режиме Оптимизация должна выводить указание, когда определенные данные кинематики выходят за пределы этого значения. Предварительная установка: 0,05. Чем больше размеры станка, тем большие значения следует выбирать

- Диапазон ввода: от 0,001 до 0,999

KinematicsOpt, допустимое отклонение радиуса калибровочного шарика: MP6601

В **MP6601** устанавливается максимально допустимое отклонение радиуса калибровочного шарика, автоматически измеренного циклами, от заданного параметра цикла.

- Диапазон ввода: от 0,01 до 0,1

ЧПУ рассчитывает радиус калибровочного шарика дважды в каждой точки измерения через каждые 5 точек измерения. Если радиус больше чем Q407 + MP6601, то выдается сообщение об ошибке, так как в этом случае система предполагает наличие загрязнений.

Если определенный ЧПУ радиус меньше, чем 5 * (Q407 - MP6601), тогда ЧПУ также выдает сообщение об ошибке.

Отработка циклов измерительного щупа

Все циклы измерительного щупа являются DEF-активными. Таким образом, система ЧПУ обрабатывает цикл автоматически, если в ходе программы ЧПУ обрабатывает определение цикла.

Следите за тем, чтобы в начале цикла данные коррекции (длина, радиус) активировались либо из данных калибровки, либо из последнего кадра TOOL-CALL (выбор через MP7411, см. Руководство пользователя iTNC 530, «Общие параметры пользователя»).

Циклы измерительного щупа с 408 по 419 разрешается отрабатывать также при активном развороте плоскости обработки. При этом нужно обращать внимание на то, чтобы угол разворота больше не изменялся, если вы после цикла измерения работаете с циклом 7 «Смещение нулевой точки» из таблицы нулевых точек.

Циклы измерительного щупа с номером более 400 позиционируют щуп по алгоритму позиционирования:

- Если текущая координата южного полюса измерительного щупа меньше координаты безопасной высоты (определена в цикле), ЧПУ сначала отводит измерительный щуп вдоль оси измерительного щупа назад на безопасную высоту, а затем позиционирует его в плоскости обработки в первую точку измерения.
- Если текущая координата южного полюса измерительного щупа больше координаты безопасной высоты, ЧПУ позиционирует измерительный щуп сначала в плоскости обработки в первую точку измерения, а затем по оси измерительного щупа непосредственно на высоту измерения.

14

Циклы измерительных щупов: автоматическое определение поворота детали

14.1 Основные положения

Обзор

В ЧПУ предусмотрено пять циклов, с помощью которых можно определить и компенсировать неровное положение заготовки на плоскости. Дополнительно с помощью цикла 404 можно отменить разворот плоскости обработки:

Цикл	Softkey	Стр.
400 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ Автоматическое определение по двум точкам, компенсация с помощью функции разворота плоскости		Стр. 350
401 ROT 2 ОТВЕРСТИЯ Автоматическое определение по двум отверстиям, компенсация с помощью функции разворота плоскости		Стр. 353
402 ROT 2 ОСТРОВА Автоматическое определение по двум островам, компенсация с помощью функции разворота плоскости		Стр. 356
403 ROT ПО ОСИ ВРАЩЕНИЯ Автоматическое определение по двум точкам, компенсация с помощью поворота круглого стола		Стр. 359
405 ROT ПО ОСИ C Автоматическая компенсация смещения угла между центром отверстия и положительной осью Y, компенсация путем поворота круглого стола		Стр. 364
404 УСТАНОВКА РАЗВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ Установка произвольного разворота		Стр. 363

Общие особенности циклов измерительных щупов при определении неровного положения детали

В циклах 400, 401 и 402 через параметр Q307 **Предварительная настройка разворота плоскости** можно задать, должен ли результат измерения корректироваться на известный угол α (см. рисунок справа). Благодаря этому вы можете измерить разворот на любой прямой 1 обрабатываемой детали и затем установить связь с направлением 0° 2 .

14.2 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ (цикл 400, DIN/ISO: G400)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 400 определяет неровное положение детали путем измерения двух точек, которые должны лежать на одной прямой. С помощью функции разворота плоскости обработки ЧПУ компенсирует измеренное значение.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в запрограммированную точку измерения 1. При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения
2. Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)
3. Затем щуп перемещается в следующую точку измерения 2 и выполняет второй замер
4. Система ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту и осуществляет разворот на измеренную величину

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Система ЧПУ отменяет активный разворот плоскости обработки в начале цикла.

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2 точка измерения по 1 оси** Q265 (абсолютная): координата второй точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 2-ой оси** Q266 (абсолютная): координата второй точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ось измерения** Q272: ось плоскости обработки, по которой должно производиться измерение:
  1:главная ось = ось измерения
  2:вспомогательная ось = ось измерения
- **Направление перемещения 1** Q267: направление, в котором измерительный щуп должен перемещаться к обрабатываемой детали:
  -1:отрицательное направление перемещения
  +1:положительное направление перемещения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Предустановка разворота плоскости обработки** Q307 (абсолютная): если неровное положение должно измеряться не относительно главной оси, а относительно произвольной прямой, то нужно ввести угол базовой прямой. В этом случае ЧПУ определяет для разворота плоскости разность между измеренным значением и углом базовой прямой. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Номер предустановки в таблице** Q305: введите номер в таблицу предустановок, под которым система ЧПУ должна сохранить полученный разворот плоскости обработки. При вводе Q305=0 ЧПУ записывает измеренный разворот плоскости обработки в меню ROT ручного режима работы. Диапазон ввода от 0 до 99999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 400 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ
    Q263=+10 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q264=+3,5;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q265=+25 ;2-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q266=+8  ;2-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q272=2   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
    Q267=+1  ;НАПР. ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q260=+20 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ.ВЫСОТУ
    Q307=0   ;ПРЕДУСТ. РАЗВ.ПЛ.
    Q305=0   ;НОМЕР В ТАБЛИЦЕ
```

14.3 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ по двум отверстиям (цикл 401, DIN/ISO: G401)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 401 определяет центры двух отверстий. Затем система ЧПУ рассчитывает угол между главной осью плоскости обработки и прямой, соединяющей центры отверстий. С помощью функции разворота плоскости обработки ЧПУ компенсирует вычисленное значение. Альтернативно можно компенсировать полученный наклон путем поворота круглого стола.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в заданный центр первого отверстия 1
2. Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет первый центр отверстия
3. После этого щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в заданный центр второго отверстия 2
4. Система ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет центр второго отверстия
5. Система ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту и осуществляет разворот плоскости обработки на измеренную величину

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Система ЧПУ отменяет активный разворот плоскости обработки в начале цикла.

Этот цикл измерительного щупа запрещен при активной функции наклона плоскости обработки.

Если необходимо компенсировать неровное положение путем поворота круглого стола, ЧПУ автоматически использует следующие оси вращения:

- C для оси инструмента Z
- B для оси инструмента Y
- A для оси инструмента X

Параметры цикла

- **1-е отверстие: центр по 1-ой оси** Q268 (абсолютно): центр первого отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-е отверстие: центр по 2-ой оси** Q269 (абсолютно): центр первого отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-е отверстие: центр по 1-ой оси** Q270 (абсолютно): центр второго отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-е отверстие: центр по 2-ой оси** Q271 (абсолютно): центр второго отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Предустановка разворота плоскости обработки** Q307 (абсолютная): если неровное положение должно измеряться не относительно главной оси, а относительно произвольной прямой, то нужно ввести угол базовой прямой. В этом случае ЧПУ определяет для разворота плоскости разность между измеренным значением и углом базовой прямой. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000

- **Номер предустановки в таблице** Q305: задается номер в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять полученный разворот плоскости обработки. При вводе Q305=0 ЧПУ записывает измеренный разворот плоскости обработки в меню ROT ручного режима работы. Параметр не действует, если разворот должен компенсироваться путем поворота круглого стола (**Q402=1**). В этом случае значение разворота не сохраняется как угол. Диапазон ввода от 0 до 99999

- **Разворот плоскости обработки/выравнивание** Q402: задается, должна ли система ЧПУ задать измеренный разворот детали как разворот плоскости обработки или выполнить выравнивание поворотом круглого стола:
  0: установить разворот плоскости обработки
  1: выполнить поворот круглого стола
  Если выбирается поворот круглого стола, то система ЧПУ не сохраняет измеренный разворот детали, даже если в параметре **Q305** задана строка таблицы

- **Установка нуля после выравнивания** Q337: задается, должна ли система ЧПУ установить в 0 индикацию выровненной оси вращения:
  0: после выравнивания не устанавливать в 0 индикацию оси вращения
  1: после выравнивания установить в 0 индикацию оси вращения
  Система ЧПУ установит индикацию = 0 только в том случае, если вы задали **Q402=1**

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 401 ROT 2 ОТВЕРСТИЯ
      Q268=+37 ;1-ЫЙ ЦЕНТР 1 ОСИ
      Q269=+12 ;1-ЫЙ ЦЕНТР 2 ОСИ
      Q270=+75 ;2-ЫЙ ЦЕНТР 1 ОСИ
      Q271=+20 ;2-ЫЙ ЦЕНТР 2 ОСИ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q260=+20 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
      Q307=0   ;ПРЕДУСТ. РАЗВ.ПЛ.
      Q305=0   ;НОМЕР В ТАБЛИЦЕ
      Q402=0   ;ВЫРАВНИВАНИЕ
      Q337=0   ;УСТАНОВКА НУЛЯ
```

14.4 РАЗВОРОТ ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ по двум островам (цикл 402, DIN/ISO: G402)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 402 определяет центры двух островов. Затем система ЧПУ рассчитывает угол между главной осью плоскости обработки и прямой, соединяющей центры цапф. С помощью функции разворота плоскости обработки ЧПУ компенсирует вычисленное значение. Альтернативно можно компенсировать полученный наклон путем поворота круглого стола.

1 ЧПУ позиционирует измерительный щуп на ускоренном ходу (значение из MP6150) с использованием алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1 первой цапфы
2 Затем измерительный щуп перемещается на заданную **высоту измерения 1** и путем четырех измерений определяет центр первой цапфы. Между смещенными на 90° точками измерения щуп перемещается по дуге окружности
3 Затем измерительный щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в точку измерения 5 второй цапфы
4 ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную **высоту измерения 2** и путем четырех измерений определяет центр второй цапфы
5 Система ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту и осуществляет разворот плоскости обработки на измеренную величину

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Система ЧПУ отменяет активный разворот плоскости обработки в начале цикла.

Этот цикл измерительного щупа запрещен при активной функции наклона плоскости обработки.

Если необходимо компенсировать неровное положение путем поворота круглого стола, ЧПУ автоматически использует следующие оси вращения:

- C для оси инструмента Z
- B для оси инструмента Y
- A для оси инструмента X

Параметры цикла

- **1-я цапфа: центр по 1-ой оси** (абсолютно): центр первой цапфы по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-я цапфа: центр по 2-й оси** Q269 (абсолютно): центр первой цапфы по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Диаметр цапфы 1** Q313: приблизительный диаметр 1-ой цапфы. Введите завышенное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения цапфы 1 по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение цапфы 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-я цапфа: центр по 1-ой оси** Q270 (абсолютно): центр второй цапфы по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-я цапфа: центр по 2-ой оси** Q271 (абсолютно): центр второй цапфы по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Диаметр цапфы 2** Q314: приблизительный диаметр 2-ой цапфы. Введите завышенное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения цапфы 2 по оси щупа** Q315 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение цапфы 2. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Предустановка разворота плоскости обработки** Q307 (абсолютная): если неровное положение должно измеряться не относительно главной оси, а относительно произвольной прямой, то нужно ввести угол базовой прямой. В этом случае ЧПУ определяет для разворота плоскости разность между измеренным значением и углом базовой прямой. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Номер предустановки в таблице** Q305: задается номер в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять полученный разворот плоскости обработки. При вводе Q305=0 ЧПУ записывает измеренный разворот плоскости обработки в меню ROT ручного режима работы. Параметр не действует, если разворот должен компенсироваться путем поворота круглого стола (**Q402=1**). В этом случае значение разворота не сохраняется как угол. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Разворот плоскости обработки/выравнивание** Q402: задается, должна ли система ЧПУ задать измеренный разворот детали как разворот плоскости обработки или выполнить выравнивание поворотом круглого стола:
  0: установить разворот плоскости обработки
  1: выполнить поворот круглого стола
  Если выбирается поворот круглого стола, то система ЧПУ не сохраняет измеренный разворот детали, даже если в параметре **Q305** задана строка таблицы
- **Установка нуля после выравнивания** Q337: задается, должна ли система ЧПУ установить в 0 индикацию выровненной оси вращения:
  0: после выравнивания не устанавливать в 0 индикацию оси вращения
  1: после выравнивания установить в 0 индикацию оси вращения
  Система ЧПУ установит индикацию = 0 только в том случае, если вы задали **Q402=1**

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 402 ROT 2 ЦАПФЫ
      Q268=-37  ;1-ЫЙ ЦЕНТР 1 ОСИ
      Q269=+12  ;1-ЫЙ ЦЕНТР 2 ОСИ
      Q313=60   ;ДИАМЕТР ЦАПФЫ 1
      Q261=-5   ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ 1
      Q270=+75  ;2-ЫЙ ЦЕНТР 1 ОСИ
      Q271=+20  ;2-ЫЙ ЦЕНТР 2 ОСИ
      Q314=60   ;ДИАМЕТР ЦАПФЫ 2
      Q315=-5   ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ 2
      Q320=0    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
      Q260=+20  ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
      Q301=0    ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ.ВЫСОТУ
      Q307=0    ;ПРЕДУСТ. РАЗВ.ПЛ.
      Q305=0    ;НОМЕР В ТАБЛИЦЕ
      Q402=0    ;ВЫРАВНИВАНИЕ
      Q337=0    ;УСТАНОВКА НУЛЯ
```

14.5 Компенсация РАЗВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ по оси вращения (цикл 403, DIN/ISO: G403)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 403 определяет наклон детали путем измерения двух точек, которые должны лежать на одной прямой. Определенный разворот система ЧПУ компенсирует вращением оси A, B или C. При этом зажим детали на круглом столе может быть любым.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в запрограммированную точку измерения 1. При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения
2. Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)
3. Затем щуп перемещается в следующую точку измерения 2 и выполняет второй замер
4. Система ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту и позиционирует заданную в цикле ось вращения в полученное значение. Опционально после выравнивания можно установить индикацию в 0

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Следите, чтобы значение **безопасной высоты** было достаточно большим, чтобы при завершающем позиционировании оси вращения не произошло столкновения!

Если в параметре **Q312 Ось для компенсации** вы ввели значение 0, цикл определяет компенсирующую ось автоматически (рекомендуемая настройка). При этом в зависимости от последовательности точек измерения определяется угол с фактическим направлением. Установленный угол указывает от первой и до второй точки измерения. Если в параметре **Q312** вы выбрали ось A, B или C в качестве компенсирующей, цикл определяет угол независимо от последовательности точек измерения. Рассчитанный угол находится в диапазоне от -90 до +90°. После выравнивания проверьте положение оси вращения!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

ЧПУ сохраняет полученное значение угла также в параметре **Q150**.

Чтобы разрешить циклу автоматический выбор компенсирующей оси, в системе ЧПУ необходимо сделать описание кинематики.

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2 точка измерения по 1 оси** Q265 (абсолютная): координата второй точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 2-ой оси** Q266 (абсолютная): координата второй точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ось измерения** Q272: ось, по которой должно производиться измерение:
  1: главная ось = ось измерения
  2: вспомогательная ось = ось измерения
  3: ось измерительного щупа = ось измерения
- **Направление перемещения 1** Q267: направление, в котором измерительный щуп должен перемещаться к обрабатываемой детали:
  -1: отрицательное направление перемещения
  +1: положительное направление перемещения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
- **Ось для компенсации** Q312: задайте ось, с помощью которой система ЧПУ должна компенсировать измеренное смещение заготовки.
  0: автоматический режим – система ЧПУ определяет компенсирующую ось вращения на основании активной кинематики. В автоматическом режиме в качестве компенсирующей оси используется первая ось вращения стола (в зависимости от заготовки). Рекомендуемая настройка!
  4: компенсация смещения через ось вращения A
  5: компенсация смещения через ось вращения B
  6: компенсация смещения через ось вращения C
- **Установка нуля после выравнивания** Q337: задается, должна ли система ЧПУ установить в 0 индикацию выровненной оси вращения:
  0: после выравнивания не устанавливать в 0 индикацию оси вращения
  1: после выравнивания установить в 0 индикацию оси вращения
- **Номер в таблице** Q305: задайте номер в таблице предустановок/таблице нулевых точек, в которой ЧПУ должна установить в 0 ось вращения. Действует, только если задано Q337 = 1. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  0: записать полученный угол в активную таблицу нулевых точек как смещение нулевой точки. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученный угол в таблицу предустановок. Системой отсчета является система координат станка (REF-система)
- **Опорный угол ?(0=главная ось)** Q380: угол, на который система ЧПУ должна сместить измеренную прямую. Действует, только если выбрана ось вращения = автоматический режим или C (Q312 = 0 или 6). Диапазон ввода от -360,000 до 360,000

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 403 ROT ЧЕРЕЗ ОСЬ C
      Q263=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
      Q264=+10 ;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
      Q265=+40 ;2-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
      Q266=+17 ;2-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
      Q272=2   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
      Q267=+1  ;НАПР. ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
      Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ.ВЫСОТУ
      Q312=0   ;КОМПЕНСИРУЮЩАЯ ОСЬ
      Q337=0   ;УСТАНОВКА НУЛЯ
      Q305=1   ;НОМЕР В ТАБЛ.
      Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
                ИЗМЕР.
      Q380=+0  ;ОПОРНЫЙ УГОЛ
```

14.6 УСТАНОВКА РАЗВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ (цикл 404, DIN/ISO: G404)

Ход цикла

С помощью цикла измерительного щупа 404 во время работы программы можно автоматически задавать произвольный разворот плоскости. Рекомендуется применять этот цикл, если нужно отменить предыдущий разворот.

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 404 РАЗВОРОТ ПЛ. ОБР.
      Q307=+0   ;ПРЕДУСТ. РАЗВ.ПЛ.
      Q305=1    ;НОМЕР В ТАБЛ.
```

Параметры цикла

- **Предустановка разворота плоскости обработки**: значение угла, по которому должен быть задан разворот плоскости. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице точек привязки/таблицы нулевых точек, под которым система ЧПУ будет сохранять полученный разворот плоскости обработки.
  -1: система ЧПУ перезаписывает активную точку привязки и активирует ее
  0: система ЧПУ копирует активную точку привязки в точку привязки 0, записывает разворот плоскости обработки и активирует точку привязки 0
  >0:система ЧПУ лишь записывает установленный разворот плоскости обработки в заданный номер точки привязки и не активирует ее. При необходимости используется цикл 247 (смотри „УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ (цикл 247, DIN/ISO: G247)” на странице 298)
  Диапазон ввода от 0 до 99999

14.7 Выравнивание разворота детали по оси C (цикл 405, DIN/ISO: G405)

Ход цикла

С помощью цикла измерительного щупа 405 определяется

- угловое смещение между положительной осью Y активной системы координат и осевой линией отверстия или
- угловое смещение между заданным и фактическим положением центра отверстия

Полученное смещение угла система ЧПУ компенсирует путем вращения оси C. При этом зажим детали на круглом столе может быть любым, однако координата Y отверстия должна быть положительной. Если угловое смещение отверстия измеряется по оси Y измерительного щупа (горизонтальное положение отверстия), то может потребоваться неоднократная отработка цикла, т.к. из-за стратегии измерения возникает неточность порядка 1% наклона.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140
2. Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). ЧПУ определяет направление измерения автоматически в зависимости от запрограммированного начального угла
3. После чего щуп перемещается круговым движением либо на высоту замера, либо на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второй измерительный ход
4. Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия
5. Затем система ЧПУ возвращает щуп на безопасную высоту и выравнивает деталь путем вращения круглого стола. Система ЧПУ поворачивает круглый стол таким образом, что центр отверстия после компенсации – как по вертикальной, так и по горизонтальной оси измерительного щупа – лежит в положительном направлении оси Y или на заданной позиции центра отверстия. Измеренное смещение угла также доступно в параметре Q150

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения между измерительным щупом и обрабатываемой деталью заданный диаметр кармана (отверстия) лучше вводить **заниженным**.

Если размеры кармана и безопасное расстояние не допускают предварительного позиционирования вблизи точек измерения, то система ЧПУ производит измерение всегда исходя из центра кармана. В этом случае измерительных щуп не перемещается на безопасную высоту между четырьмя точками измерения.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Чем меньше запрограммированный шаг угла, тем менее точно ЧПУ рассчитывает центр окружности. Минимальное значение: 5°.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Если запрограммировано Q322 = 0, то ЧПУ выравнивает центр отверстия по положительному направлению оси Y; если запрограммировано Q322 неравным 0, то ЧПУ выравнивает центр отверстия по заданному значению (угол, который получается из центра отверстия). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: приблизительный диаметр круглого кармана (отверстия). Введите заниженное значения. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q325 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и первой точкой измерения. Диапазон ввода от -360,000 до 360,000
- **Шаг угла** Q247 (в приращениях): угол между двумя точками измерения, знак перед шагом угла задает направление вращения (- = по часовой стрелке), в котором измерительный щуп перемещается к следующей точке измерения. Если вы хотите измерить дугу окружности, то программируйте шаг угла менее 90°. Диапазон ввода от -120,000 до 120,000

- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Установка нуля после выравнивания** Q337: задается, должна ли система ЧПУ установить в 0 индикацию оси C или должна записать угловое смещение в столбец C таблицы нулевых точек:
  0: установить индикацию оси C на 0 и записать значение в строку 0 таблицы точек привязки
  >0:записать измеренное смещение угла с учетом знака в таблицу нулевых точек. Номер строки = значение из Q337. Если смещение C уже записано в таблицу нулевых точек, тогда ЧПУ суммирует измеренные смещения угла с учетом знака

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 405 ROT ПО ОСИ C
      Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
      Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
      Q262=10  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q325=+0  ;НАЧ. УГОЛ
      Q247=90  ;ШАГ УГЛА
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
      Q337=0   ;УСТАНОВКА НУЛЯ
```

Пример: Определение разворота плоскости обработки по двум отверстиям

0 BEGIN PGM CYC401 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	
2 TCH PROBE 401 ROT 2 ОТВЕРСТИЯ	
Q268=+25 ;1-ОЙ ЦЕНТР 1 ОСИ	Центр 1-го отверстия: координата X
Q269=+15 ;1-ЫЙ ЦЕНТР 2 ОСИ	Центр 1-го отверстия: координата Y
Q270=+80 ;2-ОЙ ЦЕНТР 1 ОСИ	Центр 2-го отверстия: координата X
Q271=+35 ;2-ОЙ ЦЕНТР 2 ОСИ	Центр 2-го отверстия: координата Y
Q261=-5 ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ	Координата по оси измерительного щупа, по которой осуществляется измерение
Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	Высота, на которой ось измерительного щупа может перемещаться без столкновений
Q307=+0 ;ПРЕДУСТ. РАЗВ.ПЛ.	Угол опорной прямой
Q402=1 ;ВЫРАВНИВАНИЕ	Компенсация разворота путем поворота круглого стола
Q337=1 ;УСТАНОВКА НУЛЯ	После выравнивания установить индикацию в 0
3 CALL PGM 35K47	Вызов обрабатывающей программы
4 END PGM CYC401 MM	

15

Циклы измерительного щупа: автоматическое определение точек привязки

15.1 Основные положения

Обзор

В системе ЧПУ предусмотрено двенадцать циклов, с помощью которых можно автоматически устанавливать точки привязки и обрабатывать их следующим образом:

- отображать полученные значения
- записывать полученные значения в таблицу предустановок
- записывать полученные значения в таблицу нулевых точек

Цикл	Softkey	Стр.
408 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ КАНАВКИ Измерение ширины канавки, установка ее центра в качестве точки привязки		Стр. 373
409 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ РЕБРА Измерение ширины ребра, установка его центра в качестве точки привязки		Стр. 377
410 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ ПРЯМОУГ. КАРМАНА Измерение длины и ширины прямоугольного кармана, выбор его центра в качестве точки привязки		Стр. 380
411 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ ПРЯМОУГ. ОСТРОВА Измерение длины и ширины прямоугольного острова, выбор его центра в качестве точки привязки		Стр. 385
412 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ КР. КАРМАНА Измерение любых четырех точек кармана, выбор его центра в качестве точки привязки		Стр. 389
413 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ КР. ОСТРОВА Измерение любых четырех точек острова, выбор его центра в качестве точки привязки		Стр. 394
414 ТЧК. ПРИВ. К ВНЕШ. УГЛУ Измерение двух прямых, установка точки их пересечения в качестве точки привязки		Стр. 399
415 ТЧК. ПРИВ. К ВНУТР. УГЛУ Измерение двух прямых, установка точки их пересечения в качестве точки привязки		Стр. 404

Цикл	Softkey	Стр.
416 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ ОКРУЖНОСТИ ОТВЕРСТИЙ (2-я панель Softkey) Измерение трех любых отверстий на окружности отверстий, выбор центра окружности отверстий в качестве точки привязки		Стр. 408
417 ТЧК. ПРИВ. НА ОСИ ЩУПА (2 панель Softkey) Измерение любого положения на оси измерительного щупа и выбор его в качестве точки привязки		Стр. 413
418 ТЧК. ПРИВ. ПО 4 ОТВЕРСТИЯМ (2 панель Softkey) Измерение отверстий, расположенных крест-накрест, выбор точки пересечения соединительных прямых в качестве точки привязки		Стр. 415
419 ПРИВЯЗКА К КООРДИНАТЕ (2 панель Softkey) Измерение любой точки на выбранной оси, установка ее в качестве точки привязки		Стр. 419

Общие черты всех циклов измерительного щупа при установке точки привязки

Вы можете использовать циклы измерительного щупа с 408 по 419 также при активном вращении (разворот плоскости обработки или цикл 10).

Точка привязки и ось измерительного щупа

Система ЧПУ устанавливает точку привязки на плоскости обработки в зависимости от оси измерительного щупа, которую вы задали в программе измерения::

Активная ось измерительного щупа	Задание точки привязки в
Z или W	X и Y
Y или V	Z и X
X или U	Y и Z

Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти

Во всех циклах выбора точки привязки через параметры Q303 и Q305 можно установить, как система ЧПУ должна сохранять рассчитанную точку привязки:

- **Q305 = 0, Q303 = произвольное значение**:
  Система ЧПУ выводит рассчитанную точку привязки на индикатор. Новая точка привязки активна сразу. Одновременно система ЧПУ сохраняет также точку привязки, выведенную циклом на индикатор, в строке 0 таблицы предустановок
- **Q305 не равно 0, Q303 = -1**

Такая комбинация может возникнуть, только если вы

- вводите программы с циклами с 410 по 418, созданные в системе ЧПУ 4xx
- вводите программы с циклами с 410 по 418, которые созданы на старых версиях ПО системы iTNC 530
- при определении цикла сознательно не определили передачу измеренных значений через параметр Q303

В таких случаях система ЧПУ выдает сообщение об ошибке, так как изменился порядок работы с таблицами нулевых точек, относящихся к REF, и вы должны через параметр Q303 определить порядок передачи измеренного значения.

- **Q305 не равно 0, Q303 = 0**
  Система ЧПУ записывает рассчитанную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали. Значение параметра Q305 определяет номер нулевой точки. **Активация нулевой точки через цикл 7 в программе ЧПУ.**
- **Q305 не равно 0, Q303 = 1**
  Система ЧПУ записывает рассчитанную точку привязки в таблицу предустановок. Системой отсчета является система координат станка (REF-координаты). Значение параметра Q305 определяет номер предустановки. **Активация предустановки через цикл 247 в программе ЧПУ**

Результаты измерений в параметрах Q

Результаты измерения соответствующего цикла измерения система ЧПУ учитывает в глобально действующих параметрах с Q150 по Q160. Эти параметры можно использовать далее в программе. Учитывайте таблицу результирующих параметров, создаваемую при каждом описании цикла.

15.2 ТОЧКА ПРИВЯЗКИ К ЦЕНТРУ КАНАВКИ (цикл 408, DIN/ISO: G408, FCL 3-функция)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 408 определяет центр канавки и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 После этого щуп перемещается либо параллельно оси на высоту измерения, либо линейно на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второе измерение

4 Затем ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет фактическое значение в параметрах Q

5 При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q166	Фактическое значение измеренной ширины канавки
Q157	Фактическое значение положения центральной оси

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения измерительного щупа с обрабатываемой деталью ширину канавки лучше задавать **заниженной**.

Если ширина канавки и безопасное расстояние не допускают предварительного позиционирования вблизи точек измерения, то система ЧПУ производит измерение всегда исходя из центра канавки. В этом случае измерительный щуп между двумя точками измерения не перемещается на безопасную высоту.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр паза по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр паза по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ширина канавки** Q311 (в инкрементах): ширина канавки независимо от положения в плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Ось измерения (1=1-ая ось/2=2-ая ось)** Q272: ось, на которой должно выполняться измерение:
  1: главная ось = ось измерения
  2: вспомогательная ось = ось измерения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, в которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в инкрементах): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице предустановок/таблице нулевых точек, в которой система ЧПУ должна сохранить координаты центра канавки. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в центре канавки. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр канавки в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки** Q405 (абсолютная): координата по оси измерения, в которой система ЧПУ должна расположить полученный центр канавки. По умолчанию = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задается, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Системой отсчета является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. оси** Q382 (абсолютное значение): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 408 ТЧК. ПРИВ. ЦЕНТР ПАЗА
    Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q311=25  ;ШИРИНА КАНАВКИ
    Q272=1   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q305=10  ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q405=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.3 ТОЧКА ПРИВЯЗКИ К ЦЕНТРУ РЕБРА (цикл 409, DIN/ISO: G409, FCL 3-функция)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 409 определяет центр ребра и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 После этого щуп перемещается к следующей точке измерения 2 и выполняет второе измерение

4 Затем ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет фактическое значение в параметрах Q

5 При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q166	Фактическое значение измеренной ширины ребра
Q157	Фактическое значение положения центральной оси

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения между измерительным щупом и обрабатываемой деталью ширину ребра лучше вводить **завышенной**.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр ребра по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр ребра по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ширина ребра** Q311 (в инкрементах): ширина ребра независимо от положения на плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Ось измерения (1=1-ая ось/2=2-ая ось)** Q272: ось, на которой должно выполняться измерение:
  1: главная ось = ось измерения
  2: вспомогательная ось = ось измерения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, в которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек/таблице предустановок, под которым ЧПУ должна сохранить координаты центра ребра. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в центре ребра. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр ребра в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки** Q405 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить полученный центр ребра. По умолчанию = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задается, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Системой отсчета является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа

- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 409 ТЧК. ПРИВ.К ЦЕНТРУ
РЕБРА
      Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
      Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
      Q311=25  ;ШИРИНА РЕБРА
      Q272=1   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q305=10  ;НОМЕР В ТАБЛ.
      Q405=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
      Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
                ИЗМЕР.
      Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
      Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
      Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
      Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
      Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.4 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КАРМАНА (цикл 410, DIN/ISO: G410)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 410 определяет центр прямоугольного кармана и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 После этого щуп перемещается либо параллельно оси на высоту измерения, либо линейно на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второе измерение

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 Затем система ЧПУ устанавливает щуп обратно на безопасную высоту и обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)

6 При необходимости ЧПУ определяет также точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход и сохраняет фактические значения в следующих Q-параметрах

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q154	Фактическое значение длины стороны по главной оси
Q155	Фактическое значение длины стороны по вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения между измерительным щупом и обрабатываемой деталью длины 1-й и 2-й стороны кармана лучше вводить **заниженными**.

Если размеры кармана и безопасное расстояние не допускают предварительного позиционирования вблизи точек измерения, то система ЧПУ производит измерение всегда исходя из центра кармана. В этом случае измерительных щуп не перемещается на безопасную высоту между четырьмя точками измерения.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр кармана по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр кармана по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Длина 1-й стороны** Q323 (в инкрементах): длина кармана параллельно главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Длина 2-й стороны** Q324 (в инкрементах): длина кармана параллельно вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютное значение): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**

- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты центра кармана. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в центре кармана. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр кармана в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999

- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата по главной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр кармана. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютная): координата по вспомогательной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр кармана. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задается, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 410 ТЧК.ПРИВ.К ЦЕНТРУ
ПРЯМОУГ.
    Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q323=60  ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
    Q324=20  ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q305=10  ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.5 ТОЧКА ПРИВЯЗКИ К ЦЕНТРУ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ОСТРОВА (цикл 411, DIN/ISO: G411)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 411 определяет центр прямоугольного острова и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 После этого щуп перемещается либо параллельно оси на высоту измерения, либо линейно на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второе измерение

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 Затем система ЧПУ устанавливает щуп обратно на безопасную высоту и обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)

6 При необходимости ЧПУ определяет также точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход и сохраняет фактические значения в следующих Q-параметрах

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q154	Фактическое значение длины стороны по главной оси
Q155	Фактическое значение длины стороны по вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения между измерительным щупом и обрабатываемой деталью длины 1-й и 2-й стороны острова лучше вводить **завышенными**.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр цапфы по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр острова по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Длина 1-й стороны** Q323 (в инкрементах): длина острова параллельно главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Длина 2-й стороны** Q324 (в инкрементах): длина острова параллельно вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**

- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты центра острова. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в центре острова. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр острова в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999

- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата на главной оси, по которой система ЧПУ должна установить определенный центр острова. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютное значение): координата по вспомогательной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр острова. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 411 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ ОСТРОВА
    Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q323=60  ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
    Q324=20  ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q305=0   ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.6 ПРИЯЗКА К ЦЕНТРУ КРУГЛОГО КАРМАНА (цикл 412, DIN/ISO: G412)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 412 определяет центр круглого кармана и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). ЧПУ автоматически определяет направление измерения в зависимости от запрограммированного начального угла

3 После чего щуп перемещается круговым движением либо на высоту замера, либо на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второй измерительный ход

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 Затем ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет фактическое значение в параметрах Q

6 При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q153	Фактическое значение диаметра

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения между измерительным щупом и обрабатываемой деталью заданный диаметр кармана (отверстия) лучше вводить **заниженным**.

Если размеры кармана и безопасное расстояние не допускают предварительного позиционирования вблизи точек измерения, то система ЧПУ производит измерение всегда исходя из центра кармана. В этом случае измерительных щуп не перемещается на безопасную высоту между четырьмя точками измерения.

Чем меньше запрограммированный шаг угла, тем менее точно ЧПУ рассчитывает точку привязки Минимальное вводимое значение: 5°.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр кармана по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр кармана по вспомогательной оси плоскости обработки. При программировании Q322 = 0 ЧПУ выравнивает центр отверстия по положительной оси Y; при программировании Q322 неравным 0 ЧПУ ориентирует центр отверстия на заданную позицию. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: приблизительный диаметр круглого кармана (отверстия). Введите заниженное значения. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q325 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и первой точкой измерения. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Шаг угла** Q247 (в приращениях): угол между двумя точками измерения, знак перед шагом угла задает направление вращения (- = по часовой стрелке), в котором измерительный щуп перемещается к следующей точке измерения. Если вы хотите измерить дугу окружности, то программируйте шаг угла менее 90°. Диапазон ввода от -120,0000 до 120,0000

- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты центра кармана. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в центре кармана. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр кармана в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата по главной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр кармана. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютная): координата по вспомогательной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр кармана. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти" на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)
- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 412 ТЧК.ПРИВ. К ЦЕНТРУ КР. КАРМАНА
    Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q262=75  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q325=+0  ;НАЧ. УГОЛ
    Q247=+60 ;ШАГ УГЛА
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q305=12  ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q423=4   ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
    Q365=1   ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
```

- **Количество точек измерения (4/3)** Q423: задается, сколько замеров отверстия, 4 или 3, должна выполнить ЧПУ:
  4: использовать 4 точки измерения (стандартная настройка)
  3: использовать 3 точки измерения

- **Тип перемещения? Прямая=0/Окружность=1** Q365: задайте, по какой траектории должен перемещаться инструмент между точками измерения, если перемещение на безопасную высоту активно (Q301=1):
  0: между рабочими ходами перемещение по прямой
  1: между рабочими ходами перемещение по радиусу сегмента круговым движением

15.7 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ КРУГЛОГО ОСТРОВА (цикл 413, DIN/ISO: G413)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 413 определяет центр круглого острова и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). ЧПУ определяет направление измерения автоматически в зависимости от запрограммированного начального угла

3 После чего щуп перемещается круговым движением либо на высоту замера, либо на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второй измерительный ход

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 Затем ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет фактическое значение в параметрах Q

6 При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q153	Фактическое значение диаметра

Учитывайте при программировании!

Внимание, опасность столкновения!

Во избежание столкновения между измерительным щупом и обрабатываемой деталью заданный диаметр острова лучше вводить **завышенным**.

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Чем меньше запрограммированный шаг угла, тем менее точно ЧПУ рассчитывает точку привязки Минимальное вводимое значение: 5°.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q321 (абсолютный): центр цапфы по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q322 (абсолютный): центр острова по вспомогательной оси плоскости обработки. При программировании Q322 = 0 ЧПУ выравнивает центр отверстия по положительной оси Y; при программировании Q322 неравным 0 ЧПУ ориентирует центр отверстия на заданную позицию. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: приблизительный диаметр острова. Введите завышенное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q325 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и первой точкой измерения. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Шаг угла** Q247 (в приращениях): угол между двумя точками измерения, знак перед шагом угла задает направление вращения (- = по часовой стрелке), в котором измерительный щуп перемещается к следующей точке измерения. Если вы хотите измерить дугу окружности, то программируйте шаг угла менее 90°. Диапазон ввода от -120,0000 до 120,0000

- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты центра острова. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в центре острова. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр острова в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата на главной оси, по которой система ЧПУ должна установить определенный центр острова. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютное значение): координата по вспомогательной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр острова. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0.
- **Количество точек измерения (4/3)** Q423: задается, сколько замеров отверстия, 4 или 3, должна выполнить система ЧПУ:
  4: использовать 4 точки измерения (стандартная настройка)
  3: использовать 3 точки измерения
- **Тип перемещения? Прямая=0/Окружность=1** Q365: задайте, по какой траектории должен перемещаться инструмент между точками измерения, если перемещение на безопасную высоту активно (Q301=1):
  0: между рабочими ходами перемещение по прямой
  1: между рабочими ходами перемещение по радиусу сегмента круговым движением

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 413 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ ОСТРОВА
    Q321=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q322=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q262=75  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q325=+0  ;НАЧ. УГОЛ
    Q247=+60 ;ШАГ УГЛА
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q305=15  ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q423=4   ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
    Q365=1   ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
```

15.8 ПРИВЯЗКА К ВНЕШНЕМУ УГЛУ (цикл 414, DIN/ISO: G414)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 414 определяет точку пересечения двух прямых и задает ее в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать эту точку пересечения в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1 (см. рис. справа вверху). При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). ЧПУ определяет направление измерения автоматически в зависимости от запрограммированной 3 точки измерения

3 После этого щуп перемещается к следующей точке измерения 2 и выполняет второе измерение

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 После чего ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет координаты угла в параметрах Q

6 При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение угла на главной оси
Q152	Фактическое значение угла на вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

ЧПУ измеряет первую прямую всегда в направлении вспомогательной оси плоскости обработки.

С помощью положения точек измерения 1 и 3 задайте угол, под которым ЧПУ установит точку привязки (см. рис. справа в центре и таблицу).

Угол	Координата X	Координата Y
A	Точка 1 больше точки 3	Точка 1 меньше точки 3
B	Точка 1 меньше точки 3	Точка 1 меньше точки 3
C	Точка 1 меньше точки 3	Точка 1 больше точки 3
D	Точка 1 больше точки 3	Точка 1 больше точки 3

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Расстояние 1-я ось** Q326 (в приращениях): расстояние между первой и второй точкой измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **3-я точка измерения по 1-ой оси** Q296 (абсолютная): координата третьей точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-я точка измерения по 2-ой оси** Q297 (абсолютная): координата третьей точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Расстояние 2-я ось** Q327 (в приращениях): расстояние между второй и третьей точкой измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Выполнение базового разворота** Q304: установите, должна ли система ЧПУ компенсировать разворот детали путем базового поворота:
  0: не выполнять разворот плоскости обработки
  1: выполнить разворот плоскости обработки
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты угла. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в углу. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает угол в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата по главной оси, в которую система ЧПУ должна установить полученный угол. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютная): координата по вспомогательной оси, в которую система ЧПУ должна расположить определенный угол. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 414 ТЧК. ПРИВ. ВНУТР. УГОЛ
    Q263=+37 ;1-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
    Q264=+7  ;2-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
    Q326=50  ;РАССТОЯНИЕ 1-Й ОСИ
    Q296=+95 ;3-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
    Q297=+25 ;2-Я ТОЧКА 3-Й ОСИ
    Q327=45  ;РАССТОЯНИЕ 2-Й ОСИ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q304=0   ;РАЗВОРОТ ПЛОСК. ОБР.
    Q305=7   ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.9 ПРИВЯЗКА К ВНУТРЕННЕМУ УГЛУ (цикл 415, DIN/ISO: G415)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 415 определяет точку пересечения двух прямых и задает ее в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать эту точку пересечения в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1 (см. рис. справа вверху). При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). Направление измерения определяется по номеру угла

3 После этого щуп перемещается к следующей точке измерения 2 и выполняет второе измерение

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 После чего ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет координаты угла в параметрах Q

6 При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение угла на главной оси
Q152	Фактическое значение угла на вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

ЧПУ измеряет первую прямую всегда в направлении вспомогательной оси плоскости обработки.

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Расстояние 1-я ось** Q326 (в приращениях): расстояние между первой и второй точкой измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Расстояние 2-я ось** Q327 (в приращениях): расстояние между второй и третьей точкой измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Угол** Q308: номер угла, в который ЧПУ должна установить точку привязки. Диапазон ввода от 1 до 4
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Выполнение базового разворота** Q304: установите, должна ли система ЧПУ компенсировать разворот детали путем базового поворота:
  0: не выполнять разворот плоскости обработки
  1: выполнить разворот плоскости обработки
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты угла. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в углу. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает угол в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата по главной оси, в которую система ЧПУ должна установить полученный угол. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютная): координата по вспомогательной оси, в которую система ЧПУ должна установить полученный угол. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 415 ТЧК. ПРИВ. К ВНЕШНЕМУ УГЛУ
    Q263=+37 ;1-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
    Q264=+7  ;1-Я ТОЧКА 2-Й ОСИ
    Q326=50  ;РАССТОЯНИЕ 1-Й ОСИ
    Q296=+95 ;3-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
    Q297=+25 ;3-Я ТОЧКА 2-Й ОСИ
    Q327=45  ;РАССТОЯНИЕ 2-Й ОСИ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q304=0   ;РАЗВОРОТ ПЛОСК. ОБР.
    Q305=7   ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.10 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ ОКРУЖНОСТИ ОТВЕРСТИЙ (цикл 416, DIN/ISO: G416)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 416 определяет центр окружности отверстий путем измерения трех отверстий и задает его в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать этот центр в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в заданный центр первого отверстия 1
2. Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет первый центр отверстия
3. После этого щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в заданный центр второго отверстия 2
4. Система ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет центр второго отверстия
5. После этого щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в заданный центр третьего отверстия 3
6. Система ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную высоту измерения и путем четырех замеров определяет центр третьего отверстия
7. Затем ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет фактическое значение в параметрах Q
8. При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q153	Фактическое значение диаметра окружности отверстий

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1-ой оси** Q273 (абсолютный): центр окружности отверстий (заданное значение) по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2-ой оси** Q274 (абсолютный): центр окружности отверстий (заданное значение) по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: введите приблизительный диаметр окружности отверстий. Чем меньше диаметр отверстий, тем точнее нужно указывать заданный диаметр. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Угол 1-го отверстия** Q291 (абсолютный): угол в полярных координатах центра первого отверстия в плоскости обработки. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Угол 2-го отверстия** Q292 (абсолютный): угол в полярных координатах центра второго отверстия в плоскости обработки. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Угол 3-го отверстия** Q293 (абсолютный): угол в полярных координатах центра третьего отверстия в плоскости обработки. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты центра окружности отверстий. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ автоматически устанавливает индикацию так, что новая точка привязки находится в центре окружности отверстий. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает центр окружности отверстий в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата по главной оси, в которую система ЧПУ должна установить определенный центр окружности отверстий. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютная): координата по вспомогательной оси, в которую система ЧПУ должна установить полученный центр окружности отверстий. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 416 ТЧК. ПРИВ.К ЦЕНТРУ
ОКР.ОТВЕРСТИЙ
      Q273=+50 ;ЦЕНТР ПО 1 ОСИ
      Q274=+50 ;ЦЕНТР ПО 2 ОСИ
      Q262=90  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q291=+34 ;УГОЛ 1 ОТВЕРСТИЯ
      Q292=+70 ;УГОЛ 2 ОТВЕРСТИЯ
      Q293=+210;УГОЛ 3 ОТВЕРСТИЯ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q305=12  ;НОМЕР В ТАБЛ.
      Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
      Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
      Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
                ИЗМЕР.
      Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
      Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
      Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
      Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
      Q333=+1  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
```

- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в инкрементах): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140 и только при измерении точки привязки по оси измерительного щупа. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**

15.11 ПРИВЯЗКА К ОСИ ЩУПА (цикл 417, DIN/ISO: G417)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 417 измеряет произвольную координату на оси измерительного щупа и устанавливает ее в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать измеренную координату в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в запрограммированную точку измерения 1. При этом ЧПУ смещает щуп на безопасное расстояние в положительном направлении оси измерительного щупа
2. Затем щуп перемещается по оси щупа в заданную координату точки измерения 1 и измеряет фактическое положение
3. Затем ЧП позиционирует щуп обратно на безопасную высоту, обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372) и сохраняет фактическое значение в параметрах Q

Номер параметра	Значение
Q160	Фактическое значение измеренной точки

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа. Затем ЧПУ устанавливает по этой оси точку привязки.

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-ая точка измерения по 3-ей оси** Q294 (абсолютная): координата первой точки измерения по оси измерительного щупа Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты. При вводе Q305=0 и Q303=1 ЧПУ задает индикацию таким образом, что новая точка привязки находится на измеряемой поверхности. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает координаты в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 417 ТЧК. ПРИВ.НА ОСИ
ЩУПА
      Q263=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
      Q264=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
      Q294=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 3-ОЙ ОСИ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+50 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q305=0   ;НОМЕР В ТАБЛ.
      Q333=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
      Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
                ИЗМЕР.
```

15.12 ПРИВЯЗКА К ЦЕНТРУ 4 ОТВЕРСТИЙ (цикл 418, DIN/ISO: G418)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 418 рассчитывает точку пересечения соединительных линий, попарно соединяющих центры отверстий, и устанавливает ее в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать эту точку пересечения в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в центр первого отверстия 1
2. Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет первый центр отверстия
3. После этого щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в заданный центр второго отверстия 2
4. Система ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет центр второго отверстия
5. ЧПУ повторяет процесс 3 и 4 для отверстий 3 и 4
6. Затем система ЧПУ устанавливает щуп обратно на безопасную высоту и обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372). ЧПУ рассчитывает точку привязки как точку пересечения соединительных линий центров отверстий 1/3 и 2/4 и записывает фактическое значение в указанных далее параметрах Q
7. При необходимости ЧПУ определяет точку привязки по оси измерительного щупа за отдельный измерительных ход

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение точки пересечения по главной оси
Q152	Фактическое значение точки пересечения по вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **1-й центр 1-ой оси** Q268 (абсолютное значение): центр 1- го отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-й центр 2-ой оси** Q269 (абсолютное значение): центр 1- го отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-й центр 1-ой оси** Q270 (абсолютное значение): центр 2- го отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-й центр 2-ой оси** Q271 (абсолютное значение): центр 2- го отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-й центр 1-ой оси** Q316 (абсолютное значение): центр 3- го отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-й центр 2-ой оси** Q317 (абсолютное значение): центр 3- го отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **4-й центр 1-ой оси** Q318 (абсолютное значение): центр 4- го отверстия по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **4-й центр 2-ой оси** Q319 (абсолютное значение): центр 4- го отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (=точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты точку пересечения соединительных прямых. При вводе Q305=0 и Q303=1 система ЧПУ выводит индикацию автоматически так, что новая точка привязки находится в точке пересечения соединительных прямых. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает координаты точки пересечения соединительных прямых в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки на главной оси** Q331 (абсолютная): координата по главной оси, в которой система ЧПУ должна установить полученный центр пересечения соединительных линий. По умолчанию = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки на вспомогательной оси** Q332 (абсолютная): координата на вспомогательной оси, в которую ЧПУ должна установки полученную точку пересечения соединительных линий. По умолчанию = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Задается системой ЧПУ при считывании старых программ (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

- **Измерение по оси измерительного щупа** Q381: задается, должна ли система ЧПУ установить точку привязки также и по оси измерительного щупа:
  0: не устанавливать точку привязки по оси измерительного щупа
  1: установить точку привязки по оси измерительного щупа
- **Измерение по оси щупа: коорд. 1. ось** Q382 (абсолютная): координата точки измерения по главной оси плоскости обработки, в которую устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует, только если Q381 = 1.
- **Измерение по оси щупа: коорд. 2. оси** Q383 (абсолютная): координата точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки, в которую должна быть установлена точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Измерение по оси щупа: коорд. 3. оси** Q384 (абсолютная): координата точки измерения по оси щупа, в которую должна устанавливается точка привязки по оси измерительного щупа. Действует только если Q381 = 1. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Новая точка привязки по оси измерительного щупа** Q333 (абсолютная): координата по оси измерения, в которую система ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 418 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ 4
ОТВЕРСТ.
    Q268=+20 ;1-ОЙ ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q269=+25 ;1-ЫЙ ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q270=+150;2-ЫЙ ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q271=+25 ;2-ЫЙ ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q316=+150;3-ЫЙ ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q317=+85 ;3-ЫЙ ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q318=+22 ;4-ЫЙ ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q319=+80 ;4-ЫЙ ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q260=+10 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q305=12  ;НОМЕР В ТАБЛ.
    Q331=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q332=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
    Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
              ИЗМЕР.
    Q381=1   ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА
    Q382=+85 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q383=+50 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q384=+0  ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА
    Q333=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

15.13 ПРИВЯЗКА К КООРДИНАТЕ (цикл 419, DIN/ISO: G419)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 419 измеряет произвольную координату по выбранной оси и устанавливает ее в качестве точки привязки. Также система ЧПУ может записывать измеренную координату в таблицу нулевых точек или в таблицу предустановок.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в запрограммированную точку измерения 1. При этом ЧПУ смещает щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном запрограммированному направлению измерения

2 Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и путем измерения определяет фактическое положение

3 Затем система ЧПУ устанавливает щуп обратно на безопасную высоту и обрабатывает полученную точку привязки в зависимости от параметров цикла Q303 и Q305 (смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти” на странице 372)

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Если вы несколько раз подряд используете цикл 419, чтобы сохранить точку по нескольким осям в таблице предустановок, необходимо активировать номер предустановки после каждого выполнения цикла 419, в который цикл 419 осуществлял запись до этого (не требуется при перезаписи активной предустановки).

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Ось измерения (1...3: 1= главная ось)** Q272: ось, по которой должно выполняться измерение:
  1: главная ось = ось измерения
  2: вспомогательная ось = ось измерения
  3: ось измерительного щупа = ось измерения

Назначение осей		
Активная ось измерительного щупа: Q272 = 3	**Соответствующая главная ось: Q272 = 1**	**Соответствующая вспомогательная ось: Q272 = 2**
Z	X	Y
Y	Z	X
X	Y	Z

- **Направление перемещения** Q267: направление, в котором измерительный щуп должен перемещаться к обрабатываемой детали:
  -1: отрицательное направление перемещения
  +1: положительное направление перемещения
- **Номер в таблице** Q305: задается номер в таблице нулевых точек / в таблице предустановок, под которым система ЧПУ будет сохранять координаты. При вводе Q305=0 и Q303=1 ЧПУ задает индикацию таким образом, что новая точка привязки находится на измеряемой поверхности. При вводе Q305=0 и Q303=0 система ЧПУ записывает координаты в строку 0 таблицы нулевых точек. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Номер нулевой точки в таблице** Q305: задайте номер в таблице нулевых точек/предустановок, под которым ЧПУ должна сохранить координату. При вводе Q305=0 ЧПУ задает индикацию таким образом, что новая точка привязки находится на измеряемой поверхности. Диапазон ввода от 0 до 99999
- **Новая точка привязки** Q333 (абсолютная): координата, в которой ЧПУ должна установить точку привязки. Базовая настройка = 0. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Передача результатов измерения (0,1)** Q303: задает, следует ли сохранить полученную точку привязки в таблице нулевых точек или в таблице предустановок:
  -1: не использовать! Смотри „Сохранение рассчитанной точки привязки в памяти”, страница 372
  0: записать полученную точку привязки в активную таблицу нулевых точек. Системой отсчета является активная система координат детали
  1: записать полученную точку привязки в таблицу предустановок. Базовой системой является система координат станка (REF-система)

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 419 ТЧК. ПРИВ. К КООРД.
      Q263=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
      Q264=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
      Q261=+25 ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+50 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q272=+1  ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
      Q267=+1  ;НАПР. ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
      Q305=0   ;НОМЕР В ТАБЛ.
      Q333=+0  ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
      Q303=+1  ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ
                ИЗМЕР.
```

Пример: задание точки привязки в центре сегмента окружности и верхней грани детали

0 BEGIN PGM CYC413 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Вызвать инструмент 0 для установки оси измерительного щупа

2 TCH PROBE 413 ТЧК. ПРИВ. К ЦЕНТРУ ОСТРОВА	
Q321=+25 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	Центр окружности: координата X
Q322=+25 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	Центр окружности: координата Y
Q262=30 ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР	Диаметр окружности
Q325=+90 ;НАЧ. УГОЛ	Угол в полярных координатах для 1-ой точки измерения
Q247=+45 ;ШАГ УГЛА	Шаг угла для расчета точек измерения от 2 до 4
Q261=-5 ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ	Координата по оси измерительного щупа, по которой осуществляется измерение
Q320=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	Безопасное расстояние дополнительно к MP6140
Q260=+10 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	Высота, на которой ось измерительного щупа может перемещаться без столкновений
Q301=0 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ	Не перемещаться на безопасную высоту между точками измерения
Q305=0 ;НОМЕР В ТАБЛ.	Установка индикации
Q331=+0 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	Установка индикации по X в 0
Q332=+10 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	Установка индикации по Y на 10
Q303=+0 ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕР.	Без функции, так как следует установить индикацию
Q381=1 ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА	Задание точки привязки по оси измерительного щупа
Q382=+25 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА	X-координата точки измерения
Q383=+25 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА	Y-координата точки измерения
Q384=+25 ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА	Z-координата точки измерения
Q333=+0 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	Установка индикации по Z в 0
Q423=4 ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.	Количество точек измерения
Q365=1 ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ	Позиционирование в следующую точку измерения по дуге окружности или линейно
3 CALL PGM 35K47	Вызов обрабатывающей программы
4 END PGM CYC413 MM	

Пример: Задание точки привязки к верхней грани детали и центру окружности отверстий

Измеренный центр окружности отверстий должен записываться в таблицу предустановок для его последующего использования.

0 BEGIN PGM CYC416 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Вызвать инструмент 0 для установки оси измерительного щупа
2 TCH PROBE 417 ТЧК. ПРИВ.НА ОСИ ЩУПА	Определение цикла для установки точки привязки по оси измерительного щупа
Q263=+7,5;1-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ	Точка измерения: X-координата
Q264=+7,5;1-Я ТОЧКА 2-Й ОСИ	Точка измерения: Y-координата
Q294=+25 ;1-Я ТОЧКА 3-Й ОСИ	Точка измерения: Z-координата
Q320=0 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	Безопасное расстояние дополнительно к MP6140
Q260=+50 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	Высота, на которой ось измерительного щупа может перемещаться без столкновений
Q305=1 ;НОМЕР В ТАБЛ.	Записать координату Z в строку 1
Q333=+0 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	Установить ось измерительного щупа на 0
Q303=+1 ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕР.	Сохранить рассчитанную точку привязки, связанную с системой координат станка (REF-система), в таблице предустановок PRESET.PR

3 TCH PROBE 416 ТЧК. ПРИВ.К ЦЕНТРУ ОКР.ОТВЕРСТИЙ	
Q273=+35 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	Центр окружности отверстий: координата X
Q274=+35 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	Центр окружности отверстий: координата Y
Q262=50 ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР	Диаметр окружности отверстий
Q291=+90 ;УГОЛ 1 ОТВЕРСТИЯ	Угол в полярных координатах для центра 1-го отверстия 1
Q292=+180;УГОЛ 2 ОТВЕРСТИЯ	Угол в полярных координатах для центра 2-го отверстия 2
Q293=+270;УГОЛ 3 ОТВЕРСТИЯ	Угол в полярных координатах для центра 3-го отверстия 3
Q261=+15 ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ	Координата по оси измерительного щупа, по которой осуществляется измерение
Q260=+10 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	Высота, на которой ось измерительного щупа может перемещаться без столкновений
Q305=1 ;НОМЕР В ТАБЛ.	Центр окружности отверстий (X и Y) записать в строку 1
Q331=+0 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	
Q332=+0 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	
Q303=+1 ;ПЕРЕДАЧА ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕР.	Сохранить рассчитанную точку привязки, связанную с системой координат станка (REF-система), в таблице предустановок PRESET.PR
Q381=0 ;ИЗМЕР.ПО ОСИ ЩУПА	Не задавать точку привязки по оси измерительного щупа
Q382=+0 ;1 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА	Без функции
Q383=+0 ;2 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА	Без функции
Q384=+0 ;3 КООРД. ДЛЯ ОСИ ЩУПА	Без функции
Q333=+0 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ	Без функции
Q320=0 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	Безопасное расстояние дополнительно к MP6140
4 CYCL DEF 247 УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ	Активировать новую предустановку с помощью цикла 247
Q339=1 ;НОМЕР ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ	
6 CALL PGM 35KLZ	Вызов обрабатывающей программы
7 END PGM CYC416 MM	

16

Циклы измерительных щупов: автоматический контроль деталей

16.1 Основные положения

Обзор

В ЧПУ предусмотрено двенадцать циклов, с помощью которых можно проводить автоматические измерения деталей:

Цикл	Softkey	Стр.
0 БАЗОВАЯ ПЛОСКОСТЬ Измерение координаты по произвольной оси		Стр. 434
1 БАЗОВАЯ ПЛОСКОСТЬ ПОЛЯРНО Измерение точки, направление измерения определяется углом		Стр. 435
420 ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА Измерение угла в плоскости обработки		Стр. 437
421 ИЗМЕРЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ Измерение положения и диаметра отверстия		Стр. 440
422 ИЗМЕРЕНИЕ КРУГЛОГО ОСТРОВА Измерение положения и диаметра круглого острова		Стр. 444
423 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КАРМАНА Измерение положения, длины и ширины прямоугольного кармана		Стр. 448
424 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ОСТРОВА Измерение положения, длины и ширины прямоугольного острова		Стр. 452
425 ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ КАНАВКИ (2 панель Softkey) Измерение ширины канавки		Стр. 456
426 ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ РЕБРА (2 панель Softkey) Измерение ширины ребра		Стр. 459
427 ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТЫ (2 панель Softkey) Измерение произвольной координаты по одной из осей		Стр. 462
430 ИЗМЕРЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ ОТВЕРСТИЙ (2 панель Softkey) измерение положения и диаметра окружности отверстий		Стр. 465
431 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОСКОСТИ (2 панель Softkey) Измерение угла осей A и B одной плоскости		Стр. 469

Протоколирование результатов измерений

Для всех циклов, с помощью которых можно автоматически измерять детали (исключение: циклы 0 и 1), система ЧПУ может составлять протокол измерений. В соответствующем цикле измерения можно определить, должна ли система ЧПУ

- сохранять протокол измерений в виде файла
- выводить протокол измерений на экран и прерывать выполнение программы
- не составлять протокол измерений

Если задано сохранение протокола измерений, то по умолчанию система ЧПУ сохраняет данные в ASCII-файле в той папке, в которой сохранена программа измерения. Также протокол измерений можно выводить через интерфейс данных непосредственно на принтер или сохранять на компьютере. Для этого установите функцию «Печать» (в меню настройки интерфейсов) на RS232:\ (см. также Руководство пользователя, MOD-функции, «Настройка интерфейса данных»).

Все измеренные значения в файле протокола, относятся к той системе координат, которая была активна в момент выполнения данного цикла. Дополнительно система координат может быть развернута в плоскости или наклонена с помощью 3D-ROT. В таких случаях ЧПУ пересчитывает результаты измерений в соответствующую систему координат.

Используйте ПО TNCremo фирмы HEIDENHAIN для передачи данных, если необходимо вывести протокол измерений через интерфейс данных.

Пример: файл протокола для цикла измерения 421:

Протокол измерений цикла 421 Измерение отверстия

Дата: 30.06.2005
Время: 6:55:04
Программа измерения: TNC:\GEH35712\CHECK1.H

Заданные значения:
центр главной оси: 50,0000
Центр по вспомогательной оси: 65,0000
Диаметр: 12,0000

Заданные предельные значения:
Максимальный размер по центру главной оси:
Минимальный размер по центру главной оси:
Максимальный размер по вспомогательной оси: 65,1000
Минимальный размер центр по вспомогательной оси: 64,9000
Максимальный размер отверстия: 12,0450
Минимальный размер отверстия: 12,0000

Фактические значения:центр
главной оси: 50,0810
центр вспомогательной оси: 64,9530
Диаметр: 12,0259

Погрешности:
центр главной оси: 0,0810
центр вспомогательной оси: -0,0470
Диаметр: 0,0259

Дальнейшие результаты измерения: высота измерения: -5,0000

Окончание протокола измерений

Результаты измерений в параметрах Q

Результаты измерения соответствующего цикла измерения система ЧПУ учитывает в глобально действующих параметрах с Q150 по Q160. Отклонения от заданного значения сохраняются в параметрах с Q161 до Q166. Учитывайте таблицу результирующих параметров, создаваемую при каждом описании цикла.

Система ЧПУ при определении цикла дополнительно выводит на экран вспомогательное изображение соответствующего цикла с параметрами результатов (см. рисунок справа вверху). При этом выделенный параметр результата относится к соответствующему вводимому параметру.

Статус измерения

В некоторых циклах через глобальные параметры с Q180 по Q182 можно запросить статус измерения:

Статус измерения	Значение параметра
Значения измерений лежат в пределах допуска	Q180 = 1
Требуется дополнительная обработка	Q181 = 1
Брак	Q182 = 1

Система ЧПУ ставит маркер дополнительной обработки или брака, если результаты измерений выходят за пределы допуска. Чтобы выяснить, какой из результатов измерений выходит за пределы допуска, нужно дополнительно проанализировать протокол измерений или проверить соответствующие результаты измерений (с Q150 по Q160) на их предельные значения.

В цикле 427 система ЧПУ по умолчанию исходит из того, что измеряется внешний размер (остров). Соответствующим выбором наибольшего и наименьшего размера в сочетании с направлением измерения можно скорректировать статус измерения.

ЧПУ устанавливает маркер статуса даже тогда, когда значения допуска или максимальный / минимальный размеры не введены.

Контроль допуска

В большинстве циклов контроля детали система ЧПУ может проводить контроль допуска. Для этого при определении циклов нужно определить необходимые предельные значения. Если контроль допуска не требуется, то нужно ввести в эти параметры 0 (= предварительно установленное значение)

Контроль инструмента

В большинстве циклов для контроля детали система ЧПУ может проводить контроль инструмента. В этом случае ЧПУ проверяет,

- следует ли корректировать радиус инструмента из-за отклонения от заданного значения (значения в Q16x)
- является ли отклонение от заданного значения (значение в Q16x) больше допуска на поломку инструмента

Коррекция инструмента

Функция работает только

- при активной таблице инструментов,
- если включается контроль инструмента в цикле: **Q330** не равен 0 или введите название инструмента. Ввод названия инструмента можно выбрать с помощью клавиши Softkey, система ЧПУ больше не показывает правый апостроф

При проведении нескольких коррекционных измерений система ЧПУ прибавляет соответствующее измеренное отклонение к уже запомненному в таблице инструментов значению.

Система ЧПУ корректирует радиус инструмента в графе DR таблицы инструментов всегда, даже если измеренное отклонение лежит в пределах заданного допуска. Требуется ли дополнительная обработка, можно узнать в NC-программе через параметр Q181 (Q181=1: требуется дополнительная обработка).

Дополнительно для цикла 427 действует:

- если в качестве оси измерения определена ось активной плоскости обработки (Q272 = 1 или 2), то система ЧПУ производит коррекцию радиуса инструмента, как описано выше. Направление коррекции ЧПУ распознает на основании заданного направления перемещения (Q267)
- если в качестве оси измерения выбрана ось измерительного щупа (Q272 = 3), то ЧПУ осуществляет коррекцию длины инструмента

Контроль поломки инструмента

Функция работает только

- при активной таблице инструментов,
- если включается контроль инструмента в цикле (ввод Q330 не равно 0)
- если для записанного номера инструмента в таблицу введен допуск на поломку RBREAK больше 0 (см. также Руководство пользователя, глава 5.2 "Данные инструмента")

Система ЧПУ выдает сообщение об ошибке и останавливает отработку программы, если измеренное отклонение больше допуска на поломку инструмента. Одновременно ЧПУ блокирует инструмент в таблице инструментов (графа TL = L)

Система отсчета для результатов измерений

Система ЧПУ выдает все результаты измерений в результирующие параметры и в файл протокола в активной, т.е. смещенной или/и развернутой/наклоненной системе координат.

16.2 ОПОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ (цикл 0, DIN/ISO: G55)

Ход цикла

1 Измерительный щуп выполняет 3D-перемещение с ускоренной подачей (значение из MP6150) в запрограммированную в цикле предварительную позицию 1

2 Затем щуп выполняет операцию ощупывания с подачей измерения (MP6120). Направление измерения задается в цикле

3 После того, как ЧПУ определит положение, щуп возвращается в начальную точку операции измерения и сохраняет измеренную координату в параметре Q. Дополнительно ЧПУ сохраняет координаты положения, в котором находится измерительный щуп в момент выдачи сигнала переключения, в параметрах с Q115 по Q119. Для значений в этих параметрах система ЧПУ не учитывает длину и радиус щупа

Учитывайте при программировании!

Осторожно, опасность столкновения!

Позиционируйте измерительный щуп таким образом, чтобы при подводе к запрограммированному положению не произошло столкновения.

Параметры цикла

- **Номер параметра для результата**: введите номер Q-параметра, которому присваивается значение координаты. Диапазон ввода от 0 до 1999
- **Ось измерения/направление измерения**: введите ось измерения с помощью клавиши выбора оси или с клавиатуры ASCII, а также введите знак для направления измерения. Подтвердите с помощью кнопки ENT. Диапазон ввода всех осей ЧПУ
- **Заданное значение положения**: введите все координаты для предварительного позиционирования измерительного щупа с помощью клавиш выбора оси или через ASCII-клавиатуру. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- Завершение ввода: нажмите кнопку ENT

Пример: NC-кадры

```
67 TCH PROBE 0.0 ОПОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ Q5 X-
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

16.3 ОПОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ полярно (цикл 1)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 1 определяет произвольную позицию на обрабатываемой детали в произвольном направлении измерения.

1 Измерительный щуп выполняет 3D-перемещение с ускоренной подачей (значение из MP6150) в запрограммированную в цикле предварительную позицию 1

2 Затем щуп выполняет операцию ощупывания с подачей измерения (MP6120). В процессе измерения система ЧПУ осуществляет перемещение одновременно по 2 осям (зависит от угла измерения). Направление измерения устанавливается через полярный угол в цикле

3 После того, как ЧПУ определит положение, щуп возвращается в начальную точку операции измерения. Координаты положения, в котором находится измерительный щуп в момент выдачи сигнала переключения, ЧПУ сохраняет в параметрах с Q115 по Q119.

Учитывайте при программировании!

Осторожно, опасность столкновения!

Позиционируйте измерительный щуп таким образом, чтобы при подводе к запрограммированному положению не произошло столкновения.

Определенная в цикле ось измерения задает плоскость измерения:

- X/Y-плоскость X-ось
- X/Y-плоскость Y-ось
- X/Y-плоскость Z-ось

Параметры цикла

- **Ось измерения**: введите ось измерения с помощью клавиши выбора оси или через клавиатуру ASCII. Подтвердите с помощью кнопки ENT. Диапазон ввода **X**, **Y** или **Z**
- **Угол измерения**: угол относительно оси измерения, по которой должен перемещаться измерительный щуп. Диапазон ввода от -180,0000 до 180,0000
- **Заданное значение положения**: введите все координаты для предварительного позиционирования измерительного щупа с помощью клавиш выбора оси или через ASCII-клавиатуру. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- Завершение ввода: нажмите кнопку ENT

Пример: NC-кадры

```
67 TCH PROBE 1.0 ОПОРНАЯ ПЛОСК. ПОЛ.
68 TCH PROBE 1.1 X УГОЛ: +30
69 TCH PROBE 1.2 X+5 Y+0 Z-5
```

16.4 ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА (цикл 420, DIN/ISO: G420)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 420 определяет угол, образуемый произвольной прямой с главной осью плоскости обработки.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в запрограммированную точку измерения 1. При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 Затем щуп перемещается в следующую точку измерения 2 и выполняет второй замер

4 Система ЧПУ позиционирует щуп обратно на безопасную высоту и сохраняет полученный угол в Q-параметрах:

Номер параметра	Значение
Q150	Измеренный угол относительно главной оси плоскости обработки

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Если ось щупа определяется как ось измерений, то выберите **Q263** равным **Q265**, если угол должен измеряться в направлении оси A; выберите **Q263** не равным **Q265**, если угол должен измеряться в направлении оси B.

Параметры цикла

- **1-ая точка измерения по 1-ой оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-ая точка измерения по 2-ой оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2 точка измерения по 1 оси** Q265 (абсолютная): координата второй точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 2-ой оси** Q266 (абсолютная): координата второй точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ось измерения** Q272: ось, по которой должно производиться измерение:
  1:главная ось = ось измерения
  2: вспомогательная ось = ось измерения
  3: ось измерительного щупа = ось измерения

- **Направление перемещения 1** Q267: направление, в котором измерительный щуп должен перемещаться к обрабатываемой детали:
  -1: отрицательное направление перемещения
  +1: положительное направление перемещения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR420.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 420 ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА
      Q263=+10 ;1-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
      Q264=+10 ;1-Я ТОЧКА 2-Й ОСИ
      Q265=+15 ;2-Я ТОЧКА 1-Й ОСИ
      Q266=+95 ;2-Я ТОЧКА 2-Й ОСИ
      Q272=1   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
      Q267=-1  ;НАПР. ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+10 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
      Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
```

16.5 ИЗМЕРЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ (цикл 421, DIN/ISO: G421)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 421 определяет центр и диаметр отверстия (круглого кармана). Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). ЧПУ определяет направление измерения автоматически в зависимости от запрограммированного начального угла

3 После чего щуп перемещается круговым движением либо на высоту замера, либо на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второй измерительный ход

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и запоминает фактические значения и отклонения в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q153	Фактическое значение диаметра
Q161	Отклонение центра по главной оси
Q162	Отклонение центра по вспомогательной оси
Q163	Отклонение диаметра

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Чем меньше запрограммированный шаг угла, тем менее точно ЧПУ рассчитывает размеры отверстия. Минимальное вводимое значение: 5°.

Параметры цикла

- **Центр по 1 оси** Q273 (абсолютный): центр окружности по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2 оси** Q274 (абсолютный): центр отверстия по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: введите диаметр отверстия. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q325 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и первой точкой измерения. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Шаг угла** Q247 (в приращениях): угол между двумя точками измерения, знак шага угла определяет направление обработки (-= по часовой стрелке). Если вы хотите измерить дугу окружности, то программируйте шаг угла менее 90°. Диапазон ввода от -120,0000 до 120,0000

- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Максимальный размер отверстия** Q275: наибольший разрешенный диаметр отверстия (круглого кармана). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальный размер отверстия** Q276: наименьший разрешенный диаметр отверстия (круглого кармана). Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 1-ой оси** Q279: разрешенное отклонение положения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 2-ой оси** Q280: разрешенное отклонение положения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR421.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задайте, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при ошибке допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента" на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно имя инструмента максимум из 16 знаков
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T
- **Количество точек измерения (4/3)** Q423: задается, сколько замеров отверстия, 4 или 3, должна выполнить система ЧПУ:
  4: использовать 4 точки измерения (стандартная настройка)
  3: использовать 3 точки измерения
- **Тип перемещения? Прямая=0/Окружность=1** Q365: задайте, по какой траектории должен перемещаться инструмент между точками измерения, если перемещение на безопасную высоту активно (Q301=1):
  0: между рабочими ходами перемещение по прямой
  1: между рабочими ходами перемещение по радиусу сегмента круговым движением

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 421 ИЗМЕРЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ
      Q273=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
      Q274=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
      Q262=75  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q325=+0  ;НАЧ. УГОЛ
      Q247=+60 ;ШАГ УГЛА
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
      Q275=75.12;МАКС. РАЗМЕР
      Q276=74,95;МИН. РАЗМЕР
      Q279=0.1 ;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА
      Q280=0.1 ;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА
      Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
      Q309=0   ;ОСТ. ПРОГР. ПРИ ОШИБКЕ
      Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
      Q423=4   ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
      Q365=1   ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
```

16.6 ИЗМЕРЕНИЕ КРУГЛОГО ОСТРОВА (цикл 422, DIN/ISO: G422)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 422 определяет центр и диаметр круглого острова. Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). ЧПУ определяет направление измерения автоматически в зависимости от запрограммированного начального угла

3 После чего щуп перемещается круговым движением либо на высоту замера, либо на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второй измерительный ход

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и запоминает фактические значения и отклонения в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q153	Фактическое значение диаметра
Q161	Отклонение центра по главной оси
Q162	Отклонение центра по вспомогательной оси
Q163	Отклонение диаметра

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Чем меньше запрограммированный шаг угла, тем менее точно ЧПУ рассчитывает размеры острова. Минимальное вводимое значение: 5°.

Параметры цикла

- **Центр по 1 оси** Q273 (абсолютный): центр цапфы по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2 оси** Q274 (абсолютный): центр цапфы по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: введите диаметр острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Начальный угол** Q325 (абсолютный): угол между главной осью плоскости обработки и первой точкой измерения. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Шаг угла** Q247 (в приращениях): угол между двумя точками измерения, знак шага угла определяет направление обработки (-= по часовой стрелке). Если необходимо измерить дугу окружности, то программируйте шаг угла менее 90°. Диапазон ввода от -120,0000 до 120,0000

- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Максимальный размер цапфы** Q277: наибольший разрешенный диаметр острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальный размер цапфы** Q278: наименьший разрешенный диаметр острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 1-ой оси** Q279: разрешенное отклонение положения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 2-ой оси** Q280: разрешенное отклонение положения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR422.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задайте, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при ошибке допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента" на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно имя инструмента максимум из 16 знаков
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T
- **Количество точек измерения (4/3)** Q423: задается, сколько замеров отверстия, 4 или 3, должна выполнить система ЧПУ:
  4: использовать 4 точки измерения (стандартная настройка)
  3: использовать 3 точки измерения
- **Тип перемещения? Прямая=0/Окружность=1** Q365: задайте, по какой траектории должен перемещаться инструмент между точками измерения, если перемещение на безопасную высоту активно (Q301=1):
  0: между рабочими ходами перемещение по прямой
  1: между рабочими ходами перемещение по радиусу сегмента круговым движением

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 422 ИЗМЕР. КРУГ. ОСТРОВА
      Q273=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
      Q274=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
      Q262=75  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
      Q325=+90 ;НАЧ. УГОЛ
      Q247=+30 ;ШАГ УГЛА
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+10 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
      Q277=35,15;МАКС. РАЗМЕР
      Q278=34,9 ;МИН. РАЗМЕР
      Q279=0,05 ;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА
      Q280=0,05 ;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА
      Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
      Q309=0   ;ОСТ. ПРОГР. ПРИ ОШИБКЕ
      Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
      Q423=4   ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
      Q365=1   ;ТИП ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
```

16.7 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КАРМАНА (цикл 423, DIN/ISO: G423)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 423 определяет центр, а также длину и ширину прямоугольного кармана. Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 После этого щуп перемещается либо параллельно оси на высоту измерения, либо линейно на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второе измерение

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и запоминает фактические значения и отклонения в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q154	Фактическое значение длины стороны по главной оси
Q155	Фактическое значение длины стороны по вспомогательной оси
Q161	Отклонение центра по главной оси
Q162	Отклонение центра по вспомогательной оси

Номер параметра	Значение
Q164	Отклонение длины стороны по главной оси
Q165	Отклонение длины стороны по вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Если размеры кармана и безопасное расстояние не допускают предварительного позиционирования вблизи точек измерения, то система ЧПУ производит измерение всегда исходя из центра кармана. В этом случае измерительных щуп не перемещается на безопасную высоту между четырьмя точками измерения.

Параметры цикла

- **Центр по 1 оси** Q273 (абсолютный): центр кармана по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2 оси** Q274 (абсолютный): центр кармана по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Длина 1-й стороны** Q282: длина кармана параллельно главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Длина 2-й стороны** Q283: длина кармана параллельно вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Максимальная длина 1-ой стороны** Q284: наибольшая разрешенная длина кармана. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальная длина 1-ой стороны** Q285: наименьшая разрешенная длина кармана. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Максимальная длина 2-ой стороны** Q286: наибольшая разрешенная ширина кармана. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальная длина 2-ой стороны** Q287: наименьшая разрешенная ширина кармана. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 1-ой оси** Q279: разрешенное отклонение положения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 2-ой оси** Q280: разрешенное отклонение положения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR423.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задается, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при превышении допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента" на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно имя инструмента максимум из 16 знаков
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 423 ИЗМЕРЕНИЕ КАРМАНА
    Q273=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
    Q274=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
    Q282=80  ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
    Q283=60  ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q260=+10 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q301=1   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q284=0   ;МАКС. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ
    Q285=0   ;МИН. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ
    Q286=0   ;МАКС. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ
    Q287=0   ;МИН. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ
    Q279=0   ;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА
    Q280=0   ;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА
    Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
    Q309=0   ;ОСТ. ПРОГР. ПРИ ОШИБКЕ
    Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
```

16.8 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ОСТРОВА (цикл 424, DIN/ISO: G424)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 424 определяет центр, а также длину и ширину прямоугольного острова. Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120)

3 После этого щуп перемещается либо параллельно оси на высоту измерения, либо линейно на безопасную высоту к следующей точке измерения 2 и выполняет там второе измерение

4 Система ЧПУ позиционирует щуп в точке измерения 3, потом в точке измерения 4, выполняет там третий и, соответственно, четвертый замер и позиционирует измерительный щуп в центр отверстия

5 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и запоминает фактические значения и отклонения в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q154	Фактическое значение длины стороны по главной оси
Q155	Фактическое значение длины стороны по вспомогательной оси
Q161	Отклонение центра по главной оси
Q162	Отклонение центра по вспомогательной оси
Q164	Отклонение длины стороны по главной оси
Q165	Отклонение длины стороны по вспомогательной оси

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Центр по 1 оси** Q273 (абсолютный): центр цапфы по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2 оси** Q274 (абсолютный): центр цапфы по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Длина 1 стороны** Q282: длина острова параллельно главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Длина 2 стороны** Q283: длина острова параллельно вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Максимальная длина 1-ой стороны** Q284: наибольшая разрешенная длина острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальная длина 1-ой стороны** Q285: наименьшая разрешенная длина острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Максимальная длина 2-ой стороны** Q286: наибольшая разрешенная ширина острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальная длина 2-ой стороны** Q287: наименьшая разрешенная ширина острова. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 1-ой оси** Q279: разрешенное отклонение положения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 2-ой оси** Q280: разрешенное отклонение положения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR424.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задайте, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при ошибке допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента" на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно – имя инструмента максимум из 16 знаков:
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 424 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГ.
ОСТРОВА
      Q273=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ
      Q274=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ
      Q282=75  ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ
      Q283=35  ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
      Q260=+20 ;БЕЗОП. ВЫСОТА
      Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
      Q284=75,1 ;МАКС. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ
      Q285=74,9 ;МИН. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ
      Q286=35  ;МАКС. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ
      Q287=34,95;МИН. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ
      Q279=0.1 ;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА
      Q280=0.1 ;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА
      Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
      Q309=0   ;ОСТ. ПРОГР. ПРИ ОШИБКЕ
      Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
```

16.9 ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ КАНАВКИ (цикл 425, DIN/ISO: G425)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 425 определяет длину и ширину канавки (кармана). Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системном параметре.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140

2 Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). 1. Измерение всегда производится в положительном направлении запрограммированной оси

3 Если вводится смещение для второго измерения, то ЧПУ перемещает измерительный щуп (при необходимости на безопасной высоте) к следующей точке измерения 2 и проводит там второе измерение. При больших заданных длинах ЧПУ выполняет перемещение ко второй точке измерения на ускоренной подаче. Если смещение не вводится, то ЧПУ измеряет ширину непосредственно в противоположном направлении

4 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и записывает фактические значения и отклонение в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q156	Фактическое значение измеренной длины
Q157	Фактическое значение положения центральной оси
Q166	Отклонение измеренной длины

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Начальная точка по 1-ой оси** Q328 (абсолютно): начальная точка измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Начальная точка по 2-ой оси** Q329 (абсолютно): начальная точка измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Смещение для 2-го измерения** Q310 (в инкрементах): значение, на которое смещается измерительный щуп перед вторым измерением. При вводе 0 ЧПУ смещение не выполняет. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ось измерения** Q272: ось плоскости обработки, по которой должно производиться измерение:
  1:главная ось = ось измерения
  2:вспомогательная ось = ось измерения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Заданная длина** Q311: заданное значение измеряемой длины. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Максимальный размер** Q288: наибольшая разрешенная длина. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальный размер** Q289: наименьшая разрешенная длина. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR425.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задайте, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при ошибке допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента” на странице 432):. Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно – имя инструмента максимум из 16 знаков
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PRONE 425 ИЗМЕРЕНИЕ КАНАВКИ
    Q328=+75 ;НАЧ. ТЧК. ПО 1 ОСИ
    Q329=-12,5;НАЧ. ТЧК. ПО 2 ОСИ
    Q310=+0  ;СМЕЩ. 2 ИЗМЕРЕНИЯ
    Q272=1   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q260=+10 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
    Q311=25  ;ЗАДАННАЯ ДЛИНА
    Q288=25.05;МАКС. РАЗМЕР
    Q289=25  ;МИН. РАЗМЕР
    Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
    Q309=0   ;ОСТ. ПРОГ. ПРИ ОШИБКЕ
    Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q301=0   ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
```

16.10 ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ РЕБРА (цикл 426, DIN/ISO: G426)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 426 определяет позицию и ширину ребра. Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системных параметрах.

1. Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. Система ЧПУ рассчитывает точки измерения на основе данных цикла и безопасного расстояния из MP6140
2. Затем измерительный щуп перемещается на предварительно заданную высоту измерения и производит первый измерительный ход с подачей для измерения (MP6120). 1. Измерение всегда производится в отрицательном направлении запрограммированной оси
3. После этого щуп перемещается на безопасную высоту к следующей точке измерения и выполняет там второе измерение
4. После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и записывает фактические значения и отклонение в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q156	Фактическое значение измеренной длины
Q157	Фактическое значение положения центральной оси
Q166	Отклонение измеренной длины

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Всегда следите за тем, чтобы первое измерение выполнялось в отрицательном направлении выбранной оси измерения. Задайте соответствующим образом **Q263** и **Q264**.

Параметры цикла

- **1-ая точка измерения по 1-ой оси** Q263 (абсолютно): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-ая точка измерения по 2-ой оси** Q264 (абсолютно): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 1-ой оси** Q265 (абсолютная): координата второй точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 2-ой оси** Q266 (абсолютная): координата второй точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Ось измерения** Q272: ось на плоскости обработки, на которой должно производиться измерение:
  1:главная ось = ось измерения
  2:вспомогательная ось = ось измерения
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Заданная длина** Q311: заданное значение измеряемой длины. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Максимальный размер** Q288: наибольшая разрешенная длина. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальный размер** Q289: наименьшая разрешенная длина. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR426.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задается, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при превышении допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента" на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно имя инструмента максимум из 16 знаков
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 426 ИЗМ. ШИРИНЫ РЕБРА
      Q263=+50 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
      Q264=+25 ;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
      Q265=+50 ;2-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
      Q266=+85 ;2-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
      Q272=2   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
      Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
      Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
      Q260=+20 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
      Q311=45  ;ЗАДАННАЯ ДЛИНА
      Q288=45  ;МАКС. РАЗМЕР
      Q289=44,95;МИН. РАЗМЕР
      Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
      Q309=0   ;ОСТ. ПРОГ. ПРИ ОШИБКЕ
      Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
```

16.11 ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТЫ (цикл 427, DIN/ISO: G427)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 427 определяет координату по произвольной оси и сохраняет это значение в системном параметре. Если в цикле определены соответствующие значения допусков, то система ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значений и сохраняет это отклонение в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в точку измерения 1. При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения

2 Затем ЧПУ позиционирует измерительный щуп в плоскости обработки в заданной точке измерения 1 и измеряет там фактическое значение по выбранной оси

3 Затем ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и сохраняет полученную координату в следующем параметре Q:

Номер параметра	Значение
Q160	Измеренная координата

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Параметры цикла

- **1-ая точка измерения по 1-ой оси** Q263 (абсолютно): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1-ая точка измерения по 2-ой оси** Q264 (абсолютно): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Ось измерения (1..3: 1= главная ось)** Q272: ось, по которой должно выполняться измерение:
  1:главная ось = ось измерения
  2:вспомогательная ось = ось измерения
  3: ось измерительного щупа = ось измерения
- **Направление перемещения 1** Q267: направление, в котором измерительный щуп должен перемещаться к обрабатываемой детали:
  -1: отрицательное направление перемещения
  +1: положительное направление перемещения
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR427.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Максимальный размер** Q288: наибольшее разрешенное значения измерения. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Минимальный размер** Q289: наименьшее разрешенное значения измерения. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задайте, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при ошибке допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ осуществлять контроль инструмента (смотри „Контроль инструмента” на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно – имя инструмента максимум из 16 знаков
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 427 ИЗМЕР. КООРДИНАТЫ
    Q263=+35 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q264=+45 ;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q261=+5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q272=3   ;ОСЬ ИЗМЕРЕНИЯ
    Q267=-1  ;НАПР. ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
    Q260=+20 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
    Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
    Q288=5,1 ;МАКС. РАЗМЕР
    Q289=4,95;МИН. РАЗМЕР
    Q309=0   ;ОСТ. ПРОГ. ПРИ ОШИБКЕ
    Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
```

16.12 ИЗМЕРЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ ОТВЕРСТИЙ (цикл 430, DIN/ISO: G430)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 430 определяет центр и диаметр окружности отверстий путем замера трех отверстий. Если в цикле задаются соответствующие значения допуска, то ЧПУ осуществляет сравнение заданного и фактического значения и записывает это отклонение в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) в заданный центр первого отверстия 1

2 Затем измерительный щуп перемещается на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет первый центр отверстия

3 После этого щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в заданный центр второго отверстия 2

4 Система ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную высоту измерения и путем четырех касаний определяет центр второго отверстия

5 После этого щуп возвращается на безопасную высоту и позиционируется в заданный центр третьего отверстия 3

6 Система ЧПУ перемещает измерительный щуп на заданную высоту измерения и путем четырех замеров определяет центр третьего отверстия

7 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и запоминает фактические значения и отклонения в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q151	Фактическое значение центра по главной оси
Q152	Фактическое значение центра по вспомогательной оси
Q153	Фактическое значение диаметра окружности отверстий
Q161	Отклонение центра по главной оси
Q162	Отклонение центра по вспомогательной оси
Q163	Отклонение диаметра окружности отверстий

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Цикл 430 производит лишь контроль поломки, а не автоматическую коррекцию инструмента.

Параметры цикла

- **Центр по 1 оси** Q273 (абсолютный): центр окружности отверстий (заданное значение) по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Центр по 2 оси** Q274 (абсолютный): центр окружности отверстий (заданное значение) по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Заданный диаметр** Q262: введите диаметр окружности отверстий. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Угол 1 отверстия** Q291 (абсолютный): угол в полярных координатах центра первого отверстия в плоскости обработки. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Угол 2 отверстия** Q292 (абсолютный): угол в полярных координатах центра второго отверстия в плоскости обработки. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000
- **Угол 3 отверстия** Q293 (абсолютный): угол в полярных координатах центра третьего отверстия в плоскости обработки. Диапазон ввода от -360,0000 до 360,0000

- **Высота измерения по оси щупа** Q261 (абсолютная): координата центра сферы (= точки контакта) по оси измерительного щупа, на которой должно производиться измерение. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Максимальный размер** Q288: наибольший разрешенный диаметр окружности отверстий. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Минимальный размер** Q289: наименьший разрешенный диаметр окружности отверстий. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 1-ой оси** Q279: разрешенное отклонение положения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Значение допуска центра по 2-ой оси** Q280: разрешенное отклонение положения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR430.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт
- **Остановка программы при ошибке допуска** Q309: задайте, должна ли ЧПУ прервать выполнение программы и выдать сообщение об ошибке при превышении допуска:
  0: не прерывать работу программы, не выдавать сообщения об ошибке
  1: прерывать работу программы, выдавать сообщение об ошибке
- **Инструмент для контроля** Q330: задайте, должна ли ЧПУ контролировать поломку инструмента (смотри „Контроль инструмента” на странице 432). Диапазон ввода от 0 до 32767,9, альтернативно – имя инструмента максимум из 16 знаков.
  0: контроль не активен
  >0: номер инструмента в таблице инструментов TOOL.T

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 430 ИЗМЕР. ОКР. ОТВЕРСТИЙ
    Q273=+50 ;ЦЕНТР ПО 1 ОСИ
    Q274=+50 ;ЦЕНТР ПО 2 ОСИ
    Q262=80  ;ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
    Q291=+0  ;УГОЛ 1 ОТВЕРСТИЯ
    Q292=+90 ;УГОЛ 2 ОТВЕРСТИЯ
    Q293=+180;УГОЛ 3 ОТВЕРСТИЯ
    Q261=-5  ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ
    Q260=+10 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
    Q288=80,1;МАКС. РАЗМЕР
    Q289=79,9;МИН. РАЗМЕР
    Q279=0,15;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА
    Q280=0,15;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА
    Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
    Q309=0   ;ОСТ. ПРОГ. ПРИ ОШИБКЕ
    Q330=0   ;ИНСТРУМЕНТ
```

16.13 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОСКОСТИ (цикл 431, DIN/ISO: G431)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 431 определяет угол плоскости путем измерения трех точек и сохраняет эти значения в системных параметрах.

1 Система ЧПУ позиционирует измерительный щуп с ускоренной подачей (значение из MP6150) с помощью алгоритма позиционирования (смотри „Отработка циклов измерительного щупа” на странице 346) к запрограммированной точке измерения 1 и измеряет первую точку плоскости. При этом ЧПУ отводит измерительный щуп на безопасное расстояние в направлении, противоположном заданному направлению перемещения

2 Измерительный щуп перемещается на безопасную высоту, затем в плоскости обработки к точке измерения 2 и измеряет там фактическое значение второй точки плоскости

3 После этого щуп перемещается назад на безопасную высоту, затем в плоскости обработки к точке измерения 3 и измеряет там фактическое значение третьей точки плоскости

4 После чего ЧПУ возвращает измерительный щуп на безопасную высоту и сохраняет полученные значения угла в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q158	Угол проекции оси A
Q159	Угол проекции оси B
Q170	Пространственный угол A
Q171	Пространственный угол B
Q172	Пространственный угол C
от Q173 до Q175	Измеренные значения по оси измерительного щупа (с первого по третье измерение)

Учитывайте при программировании!

Перед определением цикла должен быть запрограммирован вызов инструмента для определения оси измерительного щупа.

Чтобы система ЧПУ могла рассчитать значения угла, три точки измерения не должны лежать на одной прямой.

В параметрах Q170 - Q172 сохраняются пространственные углы, необходимые для функции «Наклон плоскости обработки». Через первые две точки измерения определяется выравнивание главной оси при наклоне плоскости обработки.

Третья точка измерения задает направление оси инструмента. Третья точка измерения определяется в положительном направлении оси Y, чтобы ось инструмента правильно вписывалась в правовращающуюся систему координат

Если цикл выполняется при активной наклоненной плоскости обработки, измеренные пространственные углы относятся к наклоненной системе координат. В таких случаях полученные пространственные углы можно подвергнуть дополнительной обработке с помощью **PLANE RELATIV**.

Параметры цикла

- **1 точка измерения по 1 оси** Q263 (абсолютная): координата первой точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 2 оси** Q264 (абсолютная): координата первой точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **1 точка измерения по 3 оси** Q294 (абсолютная): координата первой точки измерения по оси измерительного щупа Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 1-ой оси** Q265 (абсолютная): координата второй точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2 точка измерения по 2 оси** Q266 (абсолютная): координата второй точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **2-ая точка измерения по 3-ей оси** Q295 (абсолютно): координата второй точки измерения по оси измерительного щупа. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3 точка измерения по 1 оси** Q296 (абсолютная): координата третьей точки измерения по главной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3 точка измерения по 2 оси** Q297 (абсолютная): координата третьей точки измерения по вспомогательной оси плоскости обработки. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **3-я точка измерения по 3-ей оси** Q298 (абсолютно): координата третьей точки измерения по оси измерительного щупа. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата оси измерительного щупа, в которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Протокол измерений** Q281: задает, должна ли система ЧПУ составлять протокол измерений:
  0: не составлять протокол измерений
  1: составить протокол измерений: ЧПУ по умолчанию сохраняет **файл протокола TCHPR431.TXT** в директории, в которой хранится программа измерений
  2: прерывание работы программы и вывод протокола измерения на дисплей ЧПУ. Продолжение программы с помощью NC-Старт

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 431 ИЗМЕР. ПЛОСКОСТИ
    Q263=+20 ;1-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q264=+20 ;1-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q294=+10 ;1-АЯ ТОЧКА 3-ОЙ ОСИ
    Q265=+90 ;2-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q266=+25 ;2-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q295=+15 ;2-АЯ ТОЧКА 3-ОЙ ОСИ
    Q296=+50 ;3-АЯ ТОЧКА 1-ОЙ ОСИ
    Q297=+80 ;3-АЯ ТОЧКА 2-ОЙ ОСИ
    Q298=+20 ;3-АЯ ТОЧКА 3-ОЙ ОСИ
    Q320=0   ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q260=+5  ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
    Q281=1   ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
```

16.14 Примеры программирования

Пример: измерение прямоугольного острова и последующая обработка

Последовательность программы:

- Черновая обработка прямоугольного острова с припуском 0,5
- Измерение прямоугольного острова
- Чистовая обработка прямоугольного острова с учетом измеренных значений

0 BEGIN PGM BEAMS MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Вызов инструмента для предварительной обработки
2 L Z+100 R0 FMAX	Отвод инструмента
3 FN 0: Q1 = +81	Длина кармана по X (черновой размер)
4 FN 0: Q2 = +61	Длина кармана по Y (черновой размер)
5 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы для обработки
6 L Z+100 R0 FMAX	Вывод инструмента из материала, смена инструмента
7 TOOL CALL 99 Z	Вызов щупа
8 TCH PROBE 424 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМОУГ. ОСТРОВА	Измерение фрезерованного прямоугольника
Q273=+50 ;ЦЕНТР 1-ОЙ ОСИ	
Q274=+50 ;ЦЕНТР 2-ОЙ ОСИ	
Q282=80 ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ	Заданная длина по X (конечный размер)
Q283=60 ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ	Заданная длина по Y (конечный размер)
Q261=-5 ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ	
Q320=0 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ	
Q260=+30 ;БЕЗОП. ВЫСОТА	
Q301=0 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ	

Q284=0 ;МАКС. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ	Значения ввода для проверки допуска не требуются
Q285=0 ;МИН. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ	
Q286=0 ;МАКС. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ	
Q287=0 ;МИН. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ	
Q279=0 ;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА	
Q280=0 ;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА	
Q281=0 ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ	Не выводить протокол измерений
Q309=0 ;ОСТ. ПРОГР. ПРИ ОШИБКЕ	Не выводить сообщение об ошибке
Q330=0 ;НОМЕР ИНСТРУМЕНТА	Без контроля инструмента
9 FN 2: Q1 = +Q1 - +Q164	Рассчитать длину по X на основании измеренного отклонения
10 FN 2: Q2 = +Q2 - +Q165	Рассчитать длину по Y на основании измеренного отклонения
11 L Z+100 R0 FMAX	Отвод щупа, смена инструмента
12 TOOL CALL 1 Z S5000	Вызов инструмента чистовой обработки
13 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы для обработки
14 L Z+100 R0 FMAX M2	Отвод инструмента, конец программы
15 LBL 1	Подпрограмма с циклом обработки прямоугольного кармана
16 CYCL DEF 213 ЧИСТ. ОБР. ОСТРОВА	
Q200=20 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.	
Q201=-10 ;ГЛУБИНА	
Q206=150 ;ПОДАЧА НА ВРЕЗАНИЕ	
Q202=5 ;ГЛУБИНА ВРЕЗАНИЯ	
Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕР.	
Q203=+10 ;КООРД. ПОВЕРХНОСТИ	
Q204=20 ;2-Й БЕЗОП. ИНТЕРВАЛ	
Q216=+50 ;ЦЕНТР ПО 1 ОСИ	
Q217=+50 ;ЦЕНТР ПО 2 ОСИ	
Q218=150 ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ	Длина по X, переменная для черновой и чистовой обработки
Q219=Q2 ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ	Длина по Y, переменная для черновой и чистовой обработки
Q220=0 ;УГЛОВОЙ РАДИУС	
Q221=0 ;ПРИПУСК ПО 1 ОСИ	
17 CYCL CALL M3	Вызов цикла
18 LBL 0	Конец подпрограммы
19 END PGM BEAMS MM	

Пример: измерение прямоугольного кармана, протоколирование результатов измерения

0 BEGIN PGM BSMESS MM	
1 TOOL CALL 1 Z	Вызов инструмента щуп
2 L Z+100 R0 FMAX	Отвод щупа
3 TCH PROBE 423 ИЗМЕР. КАРМАНА	
Q273=+50 ;ЦЕНТР ПО 1 ОСИ	
Q274=+40 ;ЦЕНТР ПО 2 ОСИ	
Q282=150 ;ДЛИНА 1 СТОРОНЫ	Заданная длина по X
Q283=150 ;ДЛИНА 2 СТОРОНЫ	Заданная длина по Y
Q261=-5 ;ВЫСОТА ИЗМЕРЕНИЯ	
Q320=0 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.	
Q260=+20 ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА	
Q301=0 ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ.ВЫСОТУ	

Q284=90.15;МАКС. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ	Максимальный размер по X
Q285=89.95;МИН. РАЗМЕР 1 СТОРОНЫ	Минимальный размер по X
Q286=70,1;МАКС. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ	Максимальный размер по оси Y:
Q287=69,9;МИН. РАЗМЕР 2 СТОРОНЫ	Минимальный размер по Y
Q279=0,15;ДОПУСК 1 ЦЕНТРА	Разрешенное отклонение положения по X
Q280=0.1 ;ДОПУСК 2 ЦЕНТРА	Разрешенное отклонение положения по Y
Q281=1 ;ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ	Вывод протокола измерения в файл
Q309=0 ;ОСТ. ПРОГ. ПРИ ОШИБКЕ	При превышении допуска не выводить сообщение об ошибке
Q330=0 ;НОМЕР ИНСТРУМЕНТА	Без контроля инструмента
4 L Z+100 R0 FMAX M2	Отвод инструмента, конец программы
5 END PGM BSMESS MM	

17

Циклы измерительных щупов: специальные функции

17.1 Основные положения

Обзор

В данной системе ЧПУ предусмотрено семь специальных циклов:

Цикл	Softkey	Стр.
2 КАЛИБРОВКА TS Калибровка радиуса измерительного щупа		Стр. 479
9 КАЛИБР. ДЛИНЫ. TS Калибровка длины измерительного щупа		Стр. 480
3 ИЗМЕРЕНИЕ Цикл измерения для создания циклов производителя		Стр. 481
4 ИЗМЕРЕНИЕ 3D Цикл 3D-измерения для создания циклов производителя		Стр. 483
440 ИЗМЕРЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ОСЕЙ		Стр. 485
441 БЫСТРОЕ ИЗМЕРЕНИЕ		Стр. 488
460 КАЛИБРОВКА TS Калибровка радиуса и длины с помощью калибровочного шара		Стр. 490

17.2 КАЛИБРОВКА TS (цикл 2)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 2 автоматически выполняет калибровку измерительного щупа на калибровочном кольце или калибровочной цапфе.

1 Щуп перемещается с ускоренной подачей (значение из MP6150) на безопасную высоту (только если текущая позиция расположена ниже безопасной высоты)
2 Затем ЧПУ позиционирует щуп в плоскости обработки в центр калибровочного кольца (внутренняя калибровка) или вблизи первой точки измерения (наружная калибровка)
3 Затем щуп перемещается на глубину измерения (вытекающей из машинных параметров 618x.2 и 6185.x) и поочередно измеряет калибровочное кольцо по X+, Y+, X- и Y
4 В заключение ЧПУ перемещает щуп на безопасную высоту и записывает действительный радиус наконечника щупа в данные калибровки

Учитывайте при программировании!

Перед началом калибровки в машинных параметрах с 6180.0 по 6180.2 необходимо установить центр калибровочной детали в рабочей зоне станка (REF-координаты).

При работе с несколькими зонами перемещения существует возможность для каждой зоны перемещения записать собственный кадр координаты центра калибровочной детали (MP6181.1 - 6181.2 и MP6182.1 - 6182.2.).

Параметры цикла

- **Безопасная высота** (абсолютно): координата по оси измерительного щупа, в которой столкновение измерительного щупа и обрабатываемой детали (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Радиус калибровочного кольца**: радиус калибровочной детали. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Внутренняя калибр.=0/наружная калибр.=1**: задает калибровку внутри или снаружи:
  0: внутренняя калибровка
  1: наружная калибровка

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 2.0 КАЛИБРОВКА TS
6 TCH PROBE
2.1 ВЫСОТА: +50 R +25.003 ВИД
ИЗМЕРЕНИЯ: 0
```

17.3 КАЛИБРОВКА ДЛИНЫ TS (цикл 9)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 9 автоматически калибрует длину щупа в заданной вами точке.

1 Необходимо так предварительно позиционировать измерительный щуп, чтобы можно было осуществить подвод к определенной в цикле координате без опасности столкновения
2 ЧПУ перемещает щуп в отрицательном направлении оси инструмента до тех пор, пока не появится коммутационный сигнал
3 Затем ЧПУ возвращает щуп в начальную точку операции измерения и записывает действительную длину щупа в калибровочные данные

Параметры цикла

- **Координата точки привязки** (абсолютная): точная координата точки, которой необходимо коснуться. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Система отсчета? (0=ФАКТ/1=REF)**: задайте, к какой системе координат должна относиться точка привязки:
  0: заданная точка привязки относится к активной системе координат детали (ФАКТ-система)
  1: заданная точка привязки относится к активной системе координат станка (REF-система)

Пример: NC-кадры

```
5 L X-235 Y+356 R0 FMAX
6 TCH PROBE 9.0 КАЛИБР. ДЛИНЫ TS
7 TCH PROBE 9.1 ТОЧКА
ПРИВЯЗКИ +50 СИСТЕМА ОТСЧЕТА 0
```

17.4 ИЗМЕРЕНИЕ (цикл 3)

Ход цикла

Цикл измерительного щупа 3 определяет произвольную позицию на детали в одном из направлений измерения. В отличие от других циклов измерения, в цикле 3 можно непосредственно ввести путь измерения **PACCT** и подачу измерения **F**. Возврат после определения значения измерения также осуществляется на вводимое значение **MB**.

1. Измерительный щуп перемещается из текущего положения с заданной подачей в заданном направлении измерения. Направление измерения задается в цикле через полярный угол
2. После того как ЧПУ определит положение, измерительный щуп останавливается. Координаты центра сферического наконечника X, Y, Z ЧПУ сохраняет в трех следующих друг за другом параметрах Q. ЧПУ не выполняет коррекцию на длину и радиус. Номер первого результирующего параметра определяется в цикле
3. Затем ЧПУ отводит измерительный щуп в направлении, противоположном направлению измерения, на значение, определенное в параметре **MB**

Учитывайте при программировании!

Точность функционирования цикла 3 измерительного щупа устанавливает производитель станка или производитель ПО, который предусматривает использование цикла 3 внутри специальных циклов измерительного щупа.

Действующие в других циклах измерения машинные параметры 6130 (максимальный путь перемещения к точке измерения) и 6120 (подача измерения) в цикле 3 измерительного щупа не действуют.

Следует учитывать, что ЧПУ, как правило, всегда описывает 4 следующих друг за другом параметра Q.

Если ЧПУ не удалось определить действительную точку измерения, то программа выполняется дальше без сообщений об ошибках. В данном случае ЧПУ присваивает 4-му результирующему параметру значение -1, так что оператор может самостоятельно выполнить соответствующую обработку ошибок.

ЧПУ возвращает щуп на максимальную длину отвода **MB**, однако не дальше начальной точки измерения. Это позволяет избежать столкновений при отводе.

С помощью функции **FN17: SYSWRITE ID 990 NR 6** можно установить, должен ли цикл действовать на вход измерительного щупа X12 или X13.

Параметры цикла

- **Номер параметра результата**: введите номер параметра Q, которому система ЧПУ должна присвоить значение первой полученной координаты (X). Значения Y и Z находятся непосредственно в следующих Q-параметрах. Диапазон ввода от 0 до 1999
- **Ось измерения**: введите ось, в направлении которой должно производиться измерение, подтвердите ввод кнопкой ENT. Диапазон ввода X, Y или Z
- **Угол измерения**: угол относительно определенной **оси измерения**, по которой должен перемещаться щуп, подтвердите ввод кнопкой ENT. Диапазон ввода от -180,0000 до 180,0000
- **Максимальный путь измерения**: введите расстояние, на которое должен перемещаться измерительный щуп от начальной точки, подтвердите кнопкой ENT. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача измерения**: введите подачу при измерении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 3000,000
- **Максимальный путь отвода**: расстояние в направлении, противоположном измерению, после отклонения измерительного стержня. ЧПУ перемещает измерительный щуп не далее начальной точки, чтобы не могло произойти столкновения. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Система отсчета? (0=ФАКТ/1=REF)**: задайте, должны ли направление измерения и результат измерения относиться к текущей системой координат (**ФАКТ**, (она может быть смещена или развернута) или к системе координат станка (**REF**):
  0: произвести измерение в текущей системе и записать результат измерения в **ФАКТ**-системе
  1: произвести измерение в системе координат станка REF и записать результат измерения в **REF**-системе
- **Режим ошибки (0=ВЫКЛ/1=ВКЛ)**: задайте, должна ли ЧПУ выдавать сообщение об ошибке при отклонении измерительного стержня в начале цикла. Если выбран режим **1**, то ЧПУ в 4-м результирующем параметре сохраняет значение **2.0** и отрабатывает цикл дальше:
  0: выдать сообщение об ошибке
  1: не выдавать сообщение об ошибке

Пример: NC-кадры

```
4 TCH PROBE 3.0 ИЗМЕРЕНИЕ
5 TCH PROBE 3.1 Q1
6 TCH PROBE 3.2 X УГОЛ: +15
7 TCH PROBE 3.3 РАССТ +10 F100 MB1
  СИСТЕМА ОТСЧЕТА:0
8 TCH PROBE 3.4 РЕЖИМ ОШИБКИ1
```

17.5 ИЗМЕРЕНИЕ 3D (цикл 4, FCL 3-функция)

Ход цикла

Цикл 4 является вспомогательным, его можно использовать только в комбинации с внешним ПО! Система ЧПУ не предоставляет в распоряжение цикл, с помощью которого можно откалибровать щуп.

Цикл измерительного щупа 4 определяет произвольную позицию на заготовке в определяемом вектором направлении измерения. В отличие от других циклов измерения, в цикле 4 можно непосредственно задать путь и подачу измерения. Возврат после измерения производится на заданную величину.

1. Измерительный щуп перемещается из текущего положения с заданной подачей в заданном направлении измерения. Направление измерения должно определяться вектором (дельта-значения по X, Y и Z) в цикле
2. После того как ЧПУ определит положение, измерительный щуп останавливается. Координаты центра сферического наконечника X, Y, Z (без расчета калибровочных данных) ЧПУ сохраняет в трех следующих друг за другом параметрах Q. Номер первого параметра определяется в цикле
3. Затем ЧПУ отводит измерительный щуп в направлении, противоположном направлению измерения, на значение, определенное в параметре **MB**

Учитывайте при программировании!

ЧПУ возвращает щуп на максимальную длину отвода **MB**, однако не дальше начальной точки измерения. Это позволяет избежать столкновений при отводе.

При предварительном позиционировании учитывайте то, что система ЧПУ перемещает центр круглого наконечника без поправок в заданную позицию!

Следует учитывать, что ЧПУ всегда описывает 4 следующие друг за другом параметра Q. Если ЧПУ не смогла определить действительной точки измерения, то 4-ый результирующий параметр содержит значение -1.

ЧПУ сохраняет измеренные значения без перерасчета данных калибровки.

С помощью функции **FN17: SYSWRITE ID 990 NR 6** можно установить, должен ли цикл действовать на вход измерительного щупа X12 или X13.

Параметры цикла

- **Номер параметра результата**: введите номер параметра Q, которому система ЧПУ должна присвоить значение первой координаты (X). Диапазон ввода от 0 до 1999
- **Относительный путь измерения по X**: X-составляющая вектора направления, в котором должен перемещаться измерительный щуп. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Относительный путь измерения по Y**: Y-составляющая вектора направления, в котором должен перемещаться измерительный щуп. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Относительный путь измерения по Z**: Z-составляющая вектора направления, в котором должен перемещаться измерительный щуп. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Максимальный путь измерения**: введите путь перемещения, на который должен перемещаться щуп от начальной точки вдоль вектора направления. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999
- **Подача измерения**: введите подачу при измерении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 3000,000
- **Максимальный путь отвода**: расстояние в направлении, противоположном измерению после отклонения щупа датчика. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Система отсчета? (0=IST/1=REF)**: задайте, должен ли результат измерения записываться в текущей системе координат (**ФАКТ**, (она может быть смещена или развернута) или в системе координат станка (**REF**):
  0: сохранить результат измерения в **IST**-системе
  1: сохранить результат измерения в **REF**-системе

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 4.0 ИЗМЕРЕНИЕ 3D
6 TCH PROBE 4.1 Q1
7 TCH PROBE 4.2 IX-0.5 IY-1 IZ-1
8 TCH PROBE
4.3 РАССТ +45 F100 MB50 СИСТЕМА
ОТСЧЕТА:0
```

17.6 ИЗМЕРЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ОСИ (цикл измерительного щупа 440, DIN/ISO: G440)

Ход цикла

С помощью цикла 440 измерительного щупа можно определить смещение осей станка. Для этого следует использовать точно измеренный цилиндрический калибровочный инструмент вместе с TT 130.

1 ЧПУ позиционирует калибровочный инструмент с ускоренной подачей (значение из MP6550) по алгоритму позиционирования (см. главу 1.2) вблизи TT

2 Сначала ЧПУ выполняет измерение по оси измерительного щупа. При этом калибровочный инструмент смещается на величину, определенную в таблице инструментов TOOL.T в графе TT:R-OFFS (стандарт = радиус инструмента). Измерение по оси щупа производится всегда

3 Затем ЧПУ выполняет измерение в плоскости обработки. То, на какой оси и в каком направлении следует произвести измерение в плоскости обработки, задается через параметр Q364

4 Если проводится калибровка, то ЧПУ производит внутреннюю запись данных калибровки. Если осуществляется измерение, то ЧПУ сравнивает значения измерения с данными калибровки и записывает отклонения в следующих параметрах Q:

Номер параметра	Значение
Q185	Отклонение от калибровочного значения по X
Q186	Отклонение от калибровочного значения по Y
Q187	Отклонение от калибровочного значения по Z

Отклонения можно использовать непосредственно, чтобы выполнить компенсацию путем дискретного смещения нулевой точки (цикл 7).

5 В завершение калибровочный инструмент возвращается на безопасную высоту

Учитывайте при программировании!

Перед первой отработкой цикла 440 следует откалибровать TT с помощью цикла 30.

Данные калибровочного инструмента должны быть сохранены в таблице инструментов TOOL.T.

Перед отработкой цикла следует активировать калибровочный инструмент с помощью TOOL CALL.

Настольный щуп TT должен быть подключен к входу измерительного щупа X13 в блоке логики и быть исправным (машинный параметр 65xx).

Перед проведением измерения должна быть проведена как минимум одна калибровка, иначе ЧПУ выдаст сообщение об ошибке. Если используются несколько областей перемещения, то калибровка должна быть проведена для каждой области.

Направление (я) измерения при калибровке и измерении должны совпадать, иначе ЧПУ определит неправильные значения.

С каждой отработкой цикла 440 ЧПУ сбрасывает результирующие параметры с Q185 по Q187.

Если вы хотите задать предельное значение смещения осей по оси станка, то внесите необходимые предельные значения в графы LTOL (для оси шпинделя) и RTOL (для плоскости обработки) таблицы инструмента TOOL.T. При превышении предельных значений ЧПУ после контрольного измерения выдает соответствующее сообщение об ошибке.

В конце цикла ЧПУ возвращает шпиндель в то состояние, в котором он находился до того как цикл был активен (**M3**/**M4**).

Параметры цикла

- **Тип измерения: 0=калибр., 1=измерение?** Q363: задайте, будет проводиться калибровка или контрольное измерение:
  0: калибровка
  1: измерение
- **Направления измерения** Q364: определите направление(я) измерения в плоскости обработки:
  0: измерение только в положительном направлении главной оси
  1: измерение только в положительном направлении вспомогательной оси
  2: измерение только в отрицательном направлении главной оси
  3: измерение только в отрицательном направлении вспомогательной оси
  4: измерение в положительном направлении главной оси и положительном направлении вспомогательной оси
  5: измерение в положительном направлении главной оси и в отрицательном направлении вспомогательной оси
  6: измерение в отрицательном направлении главной оси и в положительном направлении вспомогательной оси
  7: измерение в отрицательном направлении главной оси и в отрицательном направлении вспомогательной оси
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и дисковым наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6540. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Безопасная высота** Q260 (абсолютная): координата по оси измерительного щупа, в которой столкновение измерительного щупа и обрабатываемой детали (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 440 ИЗМЕРЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ОСИ
    Q363=1     ;ВИД ИЗМЕРЕНИЯ
    Q364=0     ;НАПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ
    Q320=2     ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q260=+50   ;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
```

17.7 БЫСТРОЕ ИЗМЕРЕНИЕ (цикл 441, DIN/ISO: G441, FCL 2-функция)

Ход цикла

С помощью цикла 441 измерительного щупа можно глобально задать различные параметры измерительного щупа (например, подача позиционирования), для всех используемых в последующем циклов измерительного щупа. Это позволяет простым способом произвести программную оптимизацию, которая ведет к сокращению времени полной обработки.

Учитывайте при программировании!

Учитывайте перед программированием

Цикл 441 не выполняет перемещений станка, он лишь задает различные параметры измерения.

END PGM, **M02**, **M30** сбрасывает глобальные настройки цикла 411.

Активировать автоматическое отслеживание угла (параметр цикла **Q399**) можно только в том случае, если машинный параметр 6165=1. Изменение машинного параметра 6165 предполагает новую калибровку измерительного щупа.

Параметры цикла

- **Подача позиционирования** Q396: задайте желаемую подачу для позиционирования измерительного щупа. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999
- **Подача позиционирования=FMAX (0/1)** Q397: задайте, хотите ли вы выполнять позиционирование щупа на **FMAX** (ускоренный ход станка):
  0: перемещение с подачей из **Q396**
  1: перемещать с **FMAX**
  Если на вашем станке есть отдельный потенциометр для ускоренного хода и подачи, то даже при Q397=1 вы можете регулировать подачу только потенциометром для движений подачи.
- **Отслеживание угла** Q399: задайте, должна ли ЧПУ ориентировать измерительный щуп перед каждым измерением:
  0: не ориентировать
  1: перед каждым измерением выполнять ориентацию шпинделя для повышения точности
- **Автоматическое прерывание** Q400: задайте, должна ли ЧПУ после каждого цикла измерения прерывать программу для автоматического измерения инструмента и выводить результаты измерения на экран:
  0: программа не прерывается, даже если в соответствующем цикле измерения выбран вывод результатов измерения на экран
  1: программа прерывается, результаты измерения выводятся на экран. Затем выполнение программы можно продолжить клавишей NC-Start

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 441 БЫСТРОЕ ИЗМЕРЕНИЕ
    Q396=3000;ПОДАЧА
              ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
    Q397=0    ;ВЫБОР ПОДАЧИ
    Q399=1    ;ОТСЛЕЖИВАНИЕ УГЛА
    Q400=1    ;ПРЕРЫВАНИЕ
```

17.8 КАЛИБРОВКА TS (цикл 460, DIN/ISO: G460)

Ход цикла

С помощью цикла 460 можно автоматически откалибровать 3D-измерительный щуп с помощью калибровочного шара. Этот цикл позволяет провести калибровку только радиуса или калибровку длины и радиуса.

1 Закрепите калибровочный шар, учитывайте возможность столкновений
2 Поместите щуп по его оси над калибровочным шаром, а в плоскости обработки - примерно в центре шара
3 Первое перемещение в цикле выполняется в отрицательном направлении оси щупа
4 В результате цикл определяет точный центр шара по оси измерительного щупа

Учитывайте при программировании!

Учитывайте перед программированием

Выполните предварительное позиционирование щупа в программе таким образом, чтобы он находился над центром шара.

Параметры цикла

- **Точный радиус калибровочного шара** Q407: введите точный радиус используемого калибровочного шара. Диапазон ввода от 0,0001 до 99,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Переход на безопасную высоту** Q301: задается, как измерительный щуп должен перемещаться между точками измерения:
  0: перемещение на высоту измерения между точками измерения
  1: перемещение на безопасную высоту между точками измерения
  или через **PREDEF**
- **Количество точек измерения (4/3)** Q423: задайте, сколько измерений калибровочного шара, 3 или 4, должна выполнить система ЧПУ на плоскости. 3 замера повышают скорость:
  4: использовать 4 точки измерения (стандартная настройка)
  3: использовать 3 точки измерения
- **Базовый угол** Q380 (абсолютный): базовый угол (разворот плоскости обработки) для определения точек измерения в действующей системе координат детали. Определение базового угла может существенно увеличить область измерений оси. Диапазон ввода от 0 до 360,0000
- **Калибровка длины (0/1)** Q433: задает, должна ли система ЧПУ выполнить калибровку длины после калибровки радиуса:
  0: не выполнять калибровку длины
  1: выполнить калибровку длины
- **Точка привязка для длины** Q434 (абсолютная): координата центра калибровочного шара. Необходимо задавать только при выполнении калибровки длины. Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 460 КАЛИБРОВКА TS
    Q407=12.5 ;РАДИУС ШАРА
    Q320=0    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q301=1    ;ПЕРЕХОД НА БЕЗ. ВЫСОТУ
    Q423=4    ;КОЛ-ВО ИЗМЕРЕНИЙ
    Q380=+0   ;БАЗОВЫЙ УГОЛ
    Q433=0    ;КАЛИБРОВКА ДЛИНЫ
    Q434=-2.5 ;ТОЧКА ПРИВЯЗКИ
```

18

Циклы измерительных щупов: автоматическое измерение кинематики

18.1 Измерение кинематики с помощью щупа TS (Опция KinematicsOpt)

Основные положения

Требования к точности, особенно в области 5-осевой обработки, становятся все выше. Поэтому нужно обеспечить возможность точного изготовления сложных деталей с воспроизводимой точностью в течение длительного времени.

Причиной неточностей при многоосевой обработке являются, помимо прочего, различия между кинематической моделью, сохраненной в системе управления (см. рисунок справа 1), и фактически имеющимися на станке кинематическими условиями (см. рисунок справа 2). Эти отклонения при позиционировании осей вращения приводят к погрешностям детали (см. рисунок справа 3). Следовательно, нужно создать возможность максимально точного соответствия модели и действительности.

Новая функция ЧПУ **KinematicsOpt** является важным элементом, позволяющим на практике выполнить эти сложные требования: 3D-цикл измерительного щупа автоматически измеряет имеющиеся в станке оси вращения независимо от того, какой вариант механического исполнения они имеют – стол или головку. При этом калибровочная головка закрепляется в произвольном месте на столе станка и измерения проводятся с заданной вами точностью. При определении цикла вы отдельно для каждой оси вращения лишь задаете область измерения.

На основе измеренных значений ЧПУ определяет статическую точность наклона. При этом ПО до минимума уменьшает ошибки позиционирования, обусловленные наклоном, и в конце операции измерения автоматически сохраняет геометрию станка в соответствующих постоянных станка в таблице кинематики.

Обзор

В ЧПУ предусмотрены циклы, с помощью которых можно автоматически защищать, восстанавливать, проверять и оптимизировать кинематику станка:

Цикл	Softkey	Стр.
450 СОХРАНЕНИЕ КИНЕМАТИКИ Автоматическое сохранение и восстановление кинематики		Стр. 497
451 ИЗМЕРЕНИЕ КИНЕМАТИКИ Автоматическая проверка или оптимизация кинематики станка		Стр. 499
452 ПРЕДВАРИТЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННАЯ КОМПЕНСАЦИЯ Автоматическая проверка или оптимизация кинематики станка		Стр. 515

18.2 Условия

Для использования KinematicsOpt должны быть выполнены следующие условия:

- Опции ПО 48 (KinematicsOpt) и 8 (опция ПО 1), а также FCL3 должны быть активированы
- Опция ПО 52 (KinematicsComp) требуется в случае, если необходимо проводить компенсацию положения под углом
- Используемый для измерений 3D-щуп должен быть откалиброван
- Циклы могут быть выполнены только с помощью оси инструмента Z
- Калибровочный шар с точно известным радиусом и достаточной жесткостью должен быть закреплен в любом месте на столе станка. HEIDENHAIN рекомендует использовать калибровочный шар **KKH 250** (заказной номер 655 475-01) или **KKH 100** (заказной номер 655 475-02), которые имеют особо высокую жесткость и специально сконструированы для калибровки станков. Если у вас возникли вопросы, свяжитесь с компанией HEIDENHAIN.
- Описание кинематики станка должно быть полностью и правильно определено. Размеры преобразований должны быть введены с точностью примерно 1 мм
- Геометрия станка должна быть полностью измерена (выполняется производителем станка при вводе в эксплуатацию)
- В машинном параметре **MP6600** устанавливается граница допуска, начиная с которой система ЧПУ должна выдавать сообщение, если изменения кинематики превышают эту границу (смотри „KinematicsOpt, граница допуска для режима Оптимизация: MP6600” на странице 345)
- В машинном параметре **MP6601** определяется максимально допустимое отклонение автоматически измеренного циклами радиуса калибровочного шара от введенного в параметре цикла (смотри „KinematicsOpt, допустимое отклонение радиуса калибровочного шарика: MP6601” на странице 345)
- В машинном параметре **MP 6602** необходимо задать номер M-функции, которая должна использоваться для позиционирования оси вращения или -1, если позиционирование должно выполняться ЧПУ. Производителем станка должна быть предусмотрена M-функция, предназначенная специально для этой цели.

Учитывайте при программировании!

Циклы KinematicsOpt используют глобальные параметры строки с **QS0** по **QS99**. Обязательно учитывайте то, что значения этих параметров могут измениться после выполнения цикла!

Если MP 6602 не равен -1, то перед запуском одного из циклов KinematicsOpt (кроме 450) ось вращения должна быть установлена в 0 градусов (ФАКТ-система).

18.3 СОХРАНЕНИЕ КИНЕМАТИКИ (цикл 450, DIN/ISO: G450, опция)

Ход цикла

С помощью цикла 450 измерительного щупа можно сохранить активную кинематику станка, восстановить сохраненную ранее кинематику или вывести текущий статус сохранения на экран или в протокол. Доступны 10 ячеек памяти (номера с 0 по 9).

Учитывайте при программировании!

Перед выполнением оптимизации кинематики по общему правилу следует сначала сохранить активную кинематику. Преимущество:

- Если результат не соответствует ожиданиям или во время оптимизации появятся ошибки (например, сбой электроснабжения), тогда можно будет восстановить прежние данные.

Режим **Сохранение**: ЧПУ, как правило, всегда сохраняет последний введенный под MOD код (можно задать произвольный код). После этого данную ячейку памяти можно перезаписать только при введении этого кода. Если кинематика была защищена без указания кода, то ЧПУ перезаписывает эту ячейку памяти при следующей операции защиты без контрольного запроса!

Режим **Восстановление**: защищенные данные ЧПУ может записать обратно только в идентичное описание кинематики.

Режим **Восстановление**: учтите, что изменение кинематики всегда ведет и к изменению предварительной установки. При необходимости заново задайте предварительную установку.

Параметры цикла

- **Режим (0/1/2)** Q410: задайте, хотите ли Вы сохранить или восстановить кинематику:
  0: сохранить активную кинематику
  1: восстановить сохраненную кинематику
  2: показать текущий статус памяти
- **Ячейка памяти (0…9)** Q409: номер ячейки памяти, в которой следует сохранить всю кинематику, или номер ячейки памяти, из которой следует восстановить сохраненную кинематику. Диапазон ввода от 0 до 9, без функции, если выбран режим 2

Пример: NC-кадры

```
5 TCH PROBE 450 СОХРАНЕНИЕ
КИНЕМАТИКИ
      Q410=0     ;РЕЖИМ
      Q409=1     ;ЯЧЕЙКА ПАМЯТИ
```

Функция протокола

После отработки цикла 450 ЧПУ составляет протокол (**TCHPR450.TXT**), который содержит следующие данные:

- Дата и время составления протокола
- Имя пути программы ЧПУ, из которой отрабатывался цикл
- Выполненный режим (0=сохранение/1=восстановление/2=статус памяти)
- Номер ячейки памяти (от 0 до 9)
- Номер строки кинематики из таблицы кинематики
- Код, если он был введен непосредственно перед выполнением цикла 450

Остальные данные в протоколе зависят от выбранного режима:

- Режим 0:
  протоколирование всех записей об осях и трансформациях кинематической цепочки, которые сохранила ЧПУ
- Режим 1:
  протоколирование всех записей о трансформациях до и после восстановления
- Режим 2:
  вывод текущего статуса памяти на экран и в текстовый протокол с указанием номера ячеек памяти, кодов, номеров кинематики и даты сохранения

18.4 ИЗМЕРЕНИЕ КИНЕМАТИКИ (цикл 451, DIN/ISO: G451, опция)

Ход цикла

С помощью цикла 451 измерительного щупа можно проверить и при необходимости оптимизировать кинематику станка. При этом с помощью 3D-измерительного щупа TS производится измерение калибровочного шара HEIDENHAIN, который закреплен на столе станка.

HEIDENHAIN рекомендует использовать калибровочный шар **KKH 250** (заказной номер 655 475-01) или **KKH 100** (заказной номер 655 475-02), которые имеют особо высокую жесткость и специально сконструированы для калибровки станков. Если у вас возникли вопросы, свяжитесь с компанией HEIDENHAIN.

ЧПУ определяет статическую точность наклона. При этом ПО минимизирует пространственные ошибки, возникающие при наклоне, и в конце операции измерения автоматически сохраняет геометрию станка в соответствующих постоянных станка в описании кинематики.

1. Закрепите калибровочный шар, учитывайте возможность столкновений
2. В ручном режиме установите точку привязки в центр шара или, если задано **Q431=1** или **Q431=3**: вручную поместите щуп по его оси над калибровочным шаром, а в плоскости обработки - в центре шара
3. Выберите режим отработки программы и запустите программу калибровки

4 ЧПУ по очереди автоматически измеряет все оси вращения с заданной точностью. Во всплывающем окне система ЧПУ отображает текущее состояние измерения. Система ЧПУ скрывает окно состояния, если путь перемещения больше радиуса наконечника щупа

5 Измеренные значения система ЧПУ сохраняет в следующих Q-параметрах:

Номер параметра	Значение
Q141	Измеренное среднеквадратическое отклонение по оси A-(-1, если ось не была измерена)
Q142	Измеренное среднеквадратическое отклонение по оси B-(-1, если ось не была измерена)
Q143	Измеренное среднеквадратическое отклонение по оси C-(-1, если ось не была измерена)
Q144	Оптимизированное среднеквадратичное отклонение по оси A (-1, если ось не была измерена)
Q145	Оптимизированное среднеквадратичное отклонение по оси B (-1, если ось не была измерена)
Q146	Оптимизированное среднеквадратичное отклонение по оси C (-1, если ось не была измерена)
Q147	Ошибка смещения в направлении оси X, для ручного копирования в соответствующий машинный параметр
Q148	Ошибка смещения в направлении оси Y, для ручного копирования в соответствующий машинный параметр
Q149	Ошибка смещения в направлении оси Z, для ручного копирования в соответствующий машинный параметр

Направление позиционирования

Направление позиционирования измеряемой круговой оси вытекает из заданных в цикле начального и конечного угла. При 0° автоматически производится эталонное измерение. ЧПУ выдает сообщение об ошибке, если на основании выбранного начального угла, конечного угла и количества точек измерения положение измерения оказывается равным 0°.

Выберите начальный и конечный угол таким образом, чтобы ЧПУ не измеряла одну и ту же позицию дважды. Двойное измерение одной позиции (например, +90° и -270°), как уже упоминалось, не имеет смысла, но не приводит к сообщению об ошибке.

- Пример: начальный угол = +90°, конечный угол = -90°
  - Начальный угол = +90°
  - Конечный угол = -90°
  - Количество точек измерения = 4
  - Рассчитанный на основании этого шаг угла = (-90 - +90) / (4-1) = -60°
  - Точка измерения 1= +90°
  - Точка измерения 2= +30°
  - Точка измерения 3= -30°
  - Точка измерения 4= -90°
- Пример: начальный угол = +90°, конечный угол = +270°
  - Начальный угол = +90°
  - Конечный угол = +270°
  - Количество точек измерения = 4
  - Рассчитанный на основании этого шаг угла = (270 - 90) / (4-1) = +60°
  - Точка измерения 1= +90°
  - Точка измерения 2= +150°
  - Точка измерения 3= +210°
  - Точка измерения 4= +270°

Станки с осями с торцовыми зубьями

Внимание, опасность столкновения!

Для позиционирования ось должна передвигаться из торцового растра. Следует следить за тем, чтобы интервал оставался достаточно большим, что предотвратит столкновение между щупом и калибровочным шаром. Одновременно нужно следить за наличием достаточного места для отвода на безопасное расстояние (программный концевой выключатель).

Задайте высоту возврата **Q408** больше 0, если опция ПО 2 (**M128**, **FUNCTION TCPM**) недоступна.

При необходимости ЧПУ округляет положения измерения таким образом, чтобы они подходили под торцовой растр (в зависимости от начального угла, конечного угла и количества точек измерения).

В зависимости от конфигурации станка система ЧПУ не всегда может автоматически позиционировать оси вращения. В таких случаях у производителя станка необходимо запросить специальную М-функцию, с помощью которой ЧПУ сможет перемещать оси вращения. В машинном параметре **MP6602** производитель станка должен задать номер М-функции.

Положения измерений вычисляются из начального угла, конечного угла и количества измерений для соответствующей оси.

Пример расчета позиций измерения для оси A:

Начальный угол **Q411** = -30

Конечный угол **Q412** = +90

Количество точек измерения **Q414** = 4

Торцевой растр = 3°

Рассчитанный шаг угла = (Q412 - Q411) / (Q414 -1)

Рассчитанный шаг угла = (90 - -30) / (4 - 1) = 120 / 3 = 40

Положение измерения 1 = Q411 + 0 * шаг угла = -30° --> -30°

Положение измерения 2 = Q411 + 1 * шаг угла = +10° --> 9°

Положение измерения 3 = Q411 + 2 * шаг угла = +50° --> 51°

Положение измерения 4 = Q411 + 3 * шаг угла = +90° --> 90°

Выбор количества точек измерения

Чтобы сэкономить время, можно выполнить предварительную оптимизацию с небольшим количеством точек измерения (1-2).

Последующая точная оптимизация выполняется со средним количеством точек измерения (рекомендуемое значение = 4). Большее количество точек измерения не дает, как правило, лучших результатов. Оптимальный вариант – это равномерное распределение точек измерения в области наклона оси.

Ось с областью наклона 0-360° следует измерять в 3 точках на 90°, 180° и 270°.

Если нужно соответствующим образом проверить точность, то в режиме **Проверка** можно указать больше точек измерения.

Нельзя определять точку измерения в 0°или 360°. Эти точки не дают значащих результатов измерений и приводят к появлению сообщения об ошибке!

Выбор позиции калибровочного шара на столе станка

В принципе калибровочный шар может быть закреплен в любом доступном месте на станке, даже на зажимном приспособлении или на заготовке. На результат измерения могут повлиять следующие факторы:

- Станок с круглым столом/поворотным столом:
  Закрепляйте калибровочный шар как можно дальше от центра вращения
- Станки с большими путями перемещения:
  Закрепляйте калибровочный шар как можно ближе к положению обработки

Указания относительно точности

Ошибки геометрии и позиционирования станка влияют на результаты измерений и тем самым на оптимизацию круговой оси. Таким образом, всегда будет остаточная ошибка, которую нельзя устранить.

Если исходить из того, что ошибки геометрии и позиционирования отсутствуют, тогда определенные циклом значения в произвольной точке станка в определенное время были бы точно воспроизводимы. Чем больше ошибки геометрии и позиционирования, тем больше рассеяние результатов измерения, если измерительный шар закрепляется в разных местах системы координат станка.

Указанное ЧПУ в протоколе измерения рассеяние является мерой точности статических наклонов станка. Анализ точности должен содержать, кроме того, радиус окружности измерения, а также количество и расположение точек измерения. На основании лишь одной точки нельзя рассчитать рассеяние, указываемое рассеяние соответствует в данном случае пространственной ошибке точки измерения.

Если несколько круглых осей движутся одновременно, тогда их ошибки накладываются, а в самом неблагоприятном случае суммируются.

Если станок оснащен управляемым шпинделем, тогда следует активировать отслеживание угла с помощью машинного параметра **MP6165**. Благодаря этому, как правило, повышается точность измерений, выполняемых с помощью 3D-щупа.

При необходимости на время измерения следует деактивировать зажим круглых осей, иначе результаты измерений могут быть искажены. Руководствуйтесь инструкцией по эксплуатации станка.

Указания по разным методам калибровки

- **Предварительная оптимизация при сдаче в эксплуатацию после ввода приблизительных размеров**
  - Количество точек измерения между 1 и 2
  - Шаг угла осей вращения: ок. 90°
- **Точная оптимизация во всей области перемещения**
  - Количество точек измерения между 3 и 6
  - Начальный и конечный углы должны перекрывать максимально возможную область перемещения осей вращения
  - Калибровочный шар следует позиционировать на столе станка таким образом, чтобы получился большой радиус окружности измерения для осей вращения стола или, соответственно, чтобы для осей вращения головки измерение могло производиться в удобном положении (например, в центре диапазона перемещения)
- **Оптимизация специального положения круговой оси**
  - Количество точек измерений между 2 и 3
  - Измерение производится относительно угла оси вращения, под которым позже должна выполняться обработка
  - Калибровочный шар следует позиционировать на столе станка так, чтобы калибровка производилась в том месте, в котором выполняется обработка
- **Проверка точности станка**
  - Количество точек измерений между 4 и 8
  - Начальный и конечный углы должны перекрывать максимально возможную область перемещения осей вращения
- **Определение люфта оси**
  - Количество точек измерений между 8 и 12
  - Начальный и конечный углы должны перекрывать максимально возможную область перемещения осей вращения

Люфт

Под люфтом понимается небольшой зазор между датчиком вращения (датчиком угла) и столом, который возникает при реверсе. Если оси вращения имеют люфт вне контура регулирования, например, если измерение угла выполняется с помощью датчика мотора, это может привести к значительным ошибкам при наклоне.

С помощью параметра **Q432** вы можете активировать измерение люфта. Для этого введите угол, который система ЧПУ будет использовать в качестве угла перемещения. Цикл выполняет по два измерения на ось вращения. Если вы зададите угол, равным 0, то система ЧПУ не будет измерять люфт.

ЧПУ не выполняет автоматическую компенсацию люфта.

Система ЧПУ не проводит измерения люфта при радиусе окружности измерения < 1 мм. Чем больше радиус окружности измерения, тем точнее ЧПУ может определить люфт оси вращения (смотри также „Функция протокола” на странице 512).

Если машинный параметр **MP6602** установлен или ось имеет торцовые зубья, то измерение люфта невозможно.

Учитывайте при программировании!

Обращайте внимание, чтобы все функции для наклона плоскости обработки были возвращены в исходное состояние. **M128** или **FUNCTION TCPM** выключаются.

Выберите положение калибровочного шара на столе станка так, чтобы при измерении не могло произойти столкновения.

Перед определением цикла необходимо установить точку привязки в центр калибровочного шара и активировать ее, также можно задать параметр Q431 равным соответственно 1 или 3.

Если машинный параметр **MP6602** не равен -1 (PLC-Makro позиционирует оси вращения), то вы сможете начать измерение только тогда, когда все оси вращения находятся в 0°.

В качестве подачи позиционирования для подвода на высоту измерения по оси измерительного щупа ЧПУ использует меньшее значение из параметра цикла **Q253** и машинного параметра **MP6150**. Перемещения осей вращения ЧПУ по общему правилу производит с подачей позиционирования **Q253**, при этом контроль щупа не активен.

Если в режиме Оптимизация распознанные данные кинематики превышают разрешенное предельное значение (**MP6600**), то ЧПУ выдает предупреждение. Применение определенных значений должно быть подтверждено с помощью NC-Start.

Следует учитывать, что изменение кинематики всегда приводит и к изменению предварительной установки. После оптимизации назначьте новую предустановку.

При каждом замере ЧПУ сначала определяет радиус калибровочного шара. Если определенный радиус шара отличается от введенного радиуса на величину, большую, чем определено в машинном параметре **MP6601**, то ЧПУ выводит сообщение об ошибке и завершает измерение.

При прерывании цикла во время измерения данные кинематики не могут находиться в прежнем состоянии. Следует сохранить активную кинематику перед оптимизацией с помощью цикла 450, чтобы в случае сбоя восстановить последнюю активную кинематику.

Программирование в дюймах: итоги измерения и данные протокола ЧПУ выдает в мм.

Система ЧПУ игнорирует данные в определении цикла, касающиеся неактивных осей.

Параметры цикла

- **Режим (0/1/2)** Q406: установите, должна ли ЧПУ проверить или оптимизировать активную кинематику:
  0: проверка активной кинематики станка. ЧПУ измеряет кинематику по определенным оператором осям, но изменений активной кинематики не проводит. Итоги измерения ЧПУ показывает в протоколе измерения
  1: оптимизация активной кинематики станка. ЧПУ измеряет кинематику по определенным оператором осям и **оптимизирует положение** оси вращения активной кинематики
  2: оптимизация активной кинематики станка. ЧПУ измеряет кинематику по определенным оператором осям и **оптимизирует положение и компенсирует угол** оси вращения активной кинематики. Для режима 2 должна быть активирована опция KinematicsComp
- **Точный радиус калибровочного шара** Q407: введите точный радиус используемого калибровочного шара. Диапазон ввода от 0,0001 до 99,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Высота возврата** Q408 (абсолютная): диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999
  - Ввод 0:
    Не отводить на высоту возврата, ЧПУ производит перемещение к следующей позиции измерения по оси измерения. Не допускается для осей с торцевыми зубьями! ЧПУ осуществляет подвод к первой позиции измерения в следующей последовательности: сначала A, затем B, затем C
  - Ввод >0:
    Высота возврата в ненаклоненной системе координат детали, на которую ЧПУ позиционирует ось шпинделя перед позиционированием оси вращения. Дополнительно ЧПУ позиционирует щуп в плоскости обработки в нулевую точку. Контроль щупа не является активным в этом режиме, скорость позиционирования определяется в параметре Q253

Пример: Программа калибровки

```
4 TOOL CALL "ЩУП" Z
5 TCH PROBE 450 СОХРАНЕНИЕ
КИНЕМАТИКИ
      Q410=0     ;РЕЖИМ
      Q409=5     ;ЯЧЕЙКА ПАМЯТИ
6 TCH PROBE 451 ИЗМЕРЕНИЕ
КИНЕМАТИКИ
      Q406=1     ;РЕЖИМ
      Q407=12.5 ;РАДИУС ШАРА
      Q320=0     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q408=0     ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
      Q253=750 ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
      Q380=0     ;ОПОРНЫЙ УГОЛ
      Q411=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
      Q412=+90 ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
      Q413=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ A
      Q414=0     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
      Q415=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
      Q416=+90 ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
      Q417=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ B
      Q418=2     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
      Q419=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
      Q420=+90 ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
      Q421=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ C
      Q422=2     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
      Q423=4     ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
      Q431=1     ;ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ
                  УСТАНОВКА
      Q432=0     ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

- **Подача предварительного позиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при позиционировании в мм/мин. Диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999, альтернативно – с помощью **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Базовый угол** Q380 (абсолютный): базовый угол (разворот плоскости обработки) для определения точек измерения в действующей системе координат детали. Определение базового угла может существенно увеличить область измерений оси. Диапазон ввода от 0 до 360,0000
- **Начальный угол ось A** Q411 (абсолютный): начальный угол по оси A, под которым должно производиться первое измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Конечный угол ось A** Q412 (абсолютный): конечный угол по оси A, под которым должно производиться последнее измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Угол установки ось A** Q413: угол установки по оси A, при котором должны измеряться другие оси вращения. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Количество точек измерения по оси A** Q414: количество замеров, которое должна выполнить ЧПУ для измерения по оси A. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение данной оси. Диапазон ввода от 0 до 12
- **Начальный угол ось B** Q415 (абсолютный): начальный угол по оси B, под которым должно производиться первое измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Конечный угол ось B** Q416 (абсолютный): конечный угол по оси B, под которым должно производиться последнее измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Угол установки ось B** Q417: угол установки по оси B, при котором должны измеряться другие оси вращения. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Количество точек измерения по оси B** Q418: количество замеров, которое должна выполнить ЧПУ для измерения по оси B. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение данной оси. Диапазон ввода от 0 до 12

- **Начальный угол ось C** Q419 (абсолютный): начальный угол по оси C, под которым должно производиться первое измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Конечный угол ось C** Q420 (абсолютный): конечный угол по оси C, под которым должно производиться последнее измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Угол установки ось C** Q421: угол установки оси C, при котором должны измеряться другие оси вращения. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Количество точек измерения по оси C** Q422: количество замеров, которое должна выполнить ЧПУ для измерения оси C. Диапазон ввода от 0 до 12. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение по данной оси
- **Количество точек измерения** Q423: задайте, за сколько касаний система ЧПУ должна выполнить измерение калибровочного шара на плоскости. Можно ввести от 3 до 8 измерений.
- **Задать предустановку (0/1/2/3)** Q431: задайте, должна ли ЧПУ автоматически задать активную предустановку (точку привязки) в центре шарового наконечника:
  0: не задавать автоматически предустановку в центр шара: задайте предустановку вручную перед стартом цикла
  1: перед измерением автоматически задать предустановку в центр шара: перед стартом цикла вручную установите измерительный щуп над калибровочным шаром
  2: автоматически задать предустановку в центр шара после измерения: задайте предустановку вручную перед стартом цикла
  3: задать предустановки перед и после измерения в центре шарового наконечника: перед запуском цикла вручную установите измерительный щуп над калибровочным шаром
- **Диапазон угла люфта** Q432: здесь задается угол, на который будет выполняться перемещение оси вращения. Угол перемещения должен быть значительно больше люфта оси вращения. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение люфта. Диапазон ввода: от -3,0000 до +3,0000

Если перед измерением активирована функция Задать предустановку (Q431 = 1/3), то перед стартом цикла установите измерительный щуп приблизительно над центром калибровочного шара.

Различные режимы (Q406)

- **Режим "Проверки" Q406 = 0**
  - Система ЧПУ измеряет оси вращения в заданных позициях и рассчитывает статическую точность операции наклона
  - ЧПУ протоколирует результаты возможной оптимизации позиции, но не применяет их
- **Оптимизация режима "Позиция" Q406 = 1**
  - Система ЧПУ измеряет оси вращения в заданных позициях и рассчитывает статическую точность операции наклона
  - При этом ЧПУ пытается так изменить позицию оси вращения в модели кинематики, чтобы достигалась большая точность
  - Изменения данных станка выполняются автоматически
- **Режим оптимизации "Позиция и угол" Q406 = 2**
  - Система ЧПУ измеряет оси вращения в заданных позициях и рассчитывает статическую точность операции наклона
  - Сначала ЧПУ пытается оптимизировать угловое положение оси вращения с помощью компенсации (опция #52 KinematicsComp).
  - Если система ЧПУ смогла выполнить оптимизацию угла, то она затем оптимизирует позицию для выполнения следующего ряда измерений

Для оптимизации угла производитель станка должен соответствующим образом настроить конфигурацию. Сделал ли он это и имеет ли смысл оптимизация угла, вы можете узнать обратившись к производителю станка. Оптимизация угла может принести улучшения в первую очередь на маленьких, компактных станках.

Компенсация угла возможна только при наличии опции #52 **KinematicsComp**.

Пример: Оптимизация угла и позиции оси вращения с предусмотренной автоматической установкой точки привязки

```
1 TOOL CALL "TS640" Z
2 TCH PROBE 451 ИЗМЕРЕНИЕ
КИНЕМАТИКИ
      Q406=2     ;РЕЖИМ
      Q407=12.5  ;РАДИУС ШАРА
      Q320=0     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q408=0     ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
      Q253=750   ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
      Q380=0     ;ОПОРНЫЙ УГОЛ
      Q411=-90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
      Q412=+90   ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
      Q413=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ A
      Q414=0     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
      Q415=-90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
      Q416=+90   ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
      Q417=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ B
      Q418=4     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
      Q419=+90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
      Q420=+270  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
      Q421=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ C
      Q422=3     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
      Q423=3     ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
      Q431=1     ;ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ
                  УСТАНОВКА
      Q432=0     ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

Функция протокола

После отработки цикла 451 ЧПУ составляет протокол **(TCHPR451.TXT)**), который содержит следующие данные:

- Дата и время составления протокола
- Имя пути программы ЧПУ, из которой отрабатывался цикл
- Выполненный режим (0=проверка/1=оптимизация позиции/2=оптимизация положения)
- Активный номер кинематики
- Заданный радиус измерительного шара
- Для каждой замеренной оси вращения:
  - Начальный угол
  - Конечный угол
  - Угол установки
  - Количество точек измерения
  - Рассеяние (среднеквадратичное отклонение)
  - Максимальная погрешность
  - Погрешность угла
  - Усредненный люфт
  - Усредненная погрешность позиционирования
  - Радиус окружности измерения
  - Значения коррекции по всем осям (смещение предустановки)
  - Оценка точек измерения
  - Погрешность измерения для осей вращения

Разъяснения значений протокола

- **Представление погрешности**
  В режиме проверки (**Q406=0**) система ЧПУ выдает достигнутую с помощью оптимизации точность, а точнее достигнутые с помощью оптимизации (режим 1 и 2) точности.
  Если угловое положение оси вращения удалось рассчитать, то измеренные данные также отображаются в протоколе.
- **Рассеяние**
  Термин рассеяние система ЧПУ использует в протоколе как меру точности. **Измеренное рассеяние** говорит о том, что 68,3% фактически измеренных пространственных ошибок находятся в пределах указанного рассеяния (+/-).
  Оптимизированное рассеяние говорит о том, что 68,3% ожидаемых пространственных ошибок после коррекции кинематики будут лежать в пределах указанного рассеяния (+/-).
- **Оценка точек измерения**
  Оценочное число является мерой качества позиций измерения в отношении изменяемых трансформаций кинематической модели. Чем больше это оценочное число, тем лучше системе ЧПУ удалось выполнить оптимизацию. Оценочное число каждой оси вращения не должно быть ниже **2**, нужно стремиться достичь значений больших или равных **4**. Если оценочные числа очень малы, то следует увеличить область измерений оси вращения, а также количество точек измерения.

Если оценочные числа очень малы, то следует увеличить область измерений оси вращения, а также количество точек измерения. Если эти меры не привели к улучшению оценочного числа, то причина может лежать в ошибочном описании кинематики. При необходимости уведомите сервисную службу.

Погрешность измерения угла

Погрешность измерений ЧПУ всегда задает в град / 1 мкм погрешности системы. Это информация важна для оценки качества измеренной ошибки позиционирования или люфта оси вращения.

В системную неточность входят как минимум стабильность повторяемости осей (люфт), или неточность позиционирования линейных осей (ошибка позиционирования) и контактного измерительного щупа. Поскольку системе ЧПУ неизвестна точность всей системы, то следует провести свою собственную оценку.

- Пример неточности рассчитанной ошибки позиционирования:
  - Погрешность позиционирования каждой линейной оси: 10 мкм
  - Погрешность измерительного щупа: 2 мкм
  - Запротоколированная погрешность измерения: 0,0002 °/мкм
  - Погрешность системы = SQRT(3 * 10^2 + 2^2) = 17,4 мкм
  - Погрешность измерений = 0,0002 °/мкм * 17,4 мкм= 0,0034°
- Пример неточности рассчитанного люфта:
  - Стабильность повторяемости каждой линейной оси: 5 мкм
  - Погрешность измерительного щупа: 2 мкм
  - Запротоколированная погрешность измерения: 0,0002 °/мкм
  - Погрешность системы = SQRT(3 * 5^2 + 2^2) = 8,9 мкм
  - Погрешность измерений = 0,0002 °/мкм * 8,9 мкм= 0,0018°

18.5 КОМПЕНСАЦИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ (цикл 452, DIN/ISO: G452, опция)

Ход цикла

С помощью цикла 452 измерительного щупа можно оптимизировать кинематическую цепочку трансформаций станка (смотри „ИЗМЕРЕНИЕ КИНЕМАТИКИ (цикл 451, DIN/ISO: G451, опция)” на странице 499). В завершение ЧПУ в кинематической модели корректирует систему координат детали таким образом, что текущая предустановка после оптимизации находится в центре калибровочного шара.

С помощью этого цикла можно, например, согласовывать между собой сменные головки.

1 Зажим калибровочного шара
2 Полностью измерьте эталонную головку с помощью цикла 451 и в конце задайте предустановку в центре шара с помощью цикла 451
3 Замена второй головки
4 С помощью цикла 452 измерьте сменную головку до устройства смены
5 Подгоните остальные сменные головки под эталонную головку с помощью цикла 452

Если есть возможность оставить калибровочный шар закрепленным на столе станка на время обработки, то можно, к примеру, компенсировать дрейф станка. Этот процесс также возможен на станке без осей вращения.

1 Закрепите калибровочный шар, учитывайте возможность столкновений
2 Задайте предустановку в калибровочном шаре
3 Задайте предустановку на детали и приступите к ее обработке

4 ЧПУ по очереди автоматически измеряет все оси вращения с заданной точностью. Во всплывающем окне система ЧПУ отображает текущее состояние измерения. Система ЧПУ скрывает окно состояния, если путь перемещения больше радиуса наконечника щупа

5 С помощью цикла 452 регулярно проводите компенсацию предустановки. При этом ЧПУ определяет дрейф участвующих в обработке осей и корректирует их в кинематике

Номер параметра	Значение
Q141	Измеренное среднеквадратическое отклонение по оси A-(-1, если ось не была измерена)
Q142	Измеренное среднеквадратическое отклонение по оси B-(-1, если ось не была измерена)
Q143	Измеренное среднеквадратическое отклонение по оси C-(-1, если ось не была измерена)
Q144	Оптимизированное среднеквадратичное отклонение по оси A (-1, если ось не была измерена)
Q145	Оптимизированное среднеквадратичное отклонение по оси B (-1, если ось не была измерена)
Q146	Оптимизированное среднеквадратичное отклонение по оси C (-1, если ось не была измерена)
Q147	Ошибка смещения в направлении оси X, для ручного копирования в соответствующий машинный параметр
Q148	Ошибка смещения в направлении оси Y, для ручного копирования в соответствующий машинный параметр
Q149	Ошибка смещения в направлении оси Z, для ручного копирования в соответствующий машинный параметр

Учитывайте при программировании!

Для того чтобы можно было провести компенсацию предустановки, кинематика должна быть соответственно подготовлена. Руководствуйтесь инструкцией по эксплуатации станка.

Следите за тем, чтобы все функции для наклона плоскости обработки были возвращены в исходное состояние. **M128** или **FUNCTION TCPM** выключаются.

Выберите положение калибровочного шара на столе станка так, чтобы при измерении не могло произойти столкновения.

Перед определением цикла следует поместить точку привязки в центр калибровочного шара и активировать ее.

Для осей без отдельной системы измерения положения выберите точки измерения таким образом, чтобы до концевого выключателя оставался ход в 1 градус. ЧПУ использует этот путь для внутренней компенсации люфта.

В качестве подачи позиционирования для подвода на высоту измерения по оси измерительного щупа ЧПУ использует наименьшее значение из параметра цикла **Q253** и машинного параметра MP6150. Перемещения осей вращения ЧПУ по общему правилу производит с подачей позиционирования **Q253**, при этом контроль щупа не активен.

Если в режиме «Оптимизация» распознанные данные кинематики превышают разрешенное предельное значение (**MP6600**), то ЧПУ выдает предупреждение. Применение определенных значений должно быть подтверждено с помощью NC-Start.

Следует учитывать, что изменение кинематики всегда приводит и к изменению предварительной установки. После оптимизации назначьте новую предустановку.

При каждом замере ЧПУ сначала определяет радиус калибровочного шара. Если определенный радиус шара отличается от введенного радиуса на величину, большую, чем определено в машинном параметре **MP6601**, то ЧПУ выводит сообщение об ошибке и завершает измерение.

При прерывании цикла во время измерения данные кинематики не могут находиться в прежнем состоянии. Следует сохранить активную кинематику перед оптимизацией с помощью цикла 450, чтобы в случае сбоя восстановить последнюю активную кинематику.

Программирование в дюймах: итоги измерения и данные протокола ЧПУ выдает в мм.

Параметры цикла

- **Точный радиус калибровочного шара** Q407: введите точный радиус используемого калибровочного шара. Диапазон ввода от 0,0001 до 99,9999
- **Безопасное расстояние** Q320 (в приращениях): дополнительное расстояние между точкой измерения и сферическим наконечником щупа. Q320 прибавляется к MP6140. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Высота возврата** Q408 (абсолютная): диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999
  - Ввод 0:
    Не отводить на высоту возврата, ЧПУ производит перемещение к следующей позиции измерения по оси измерения. Не допускается для осей с торцевыми зубьями! ЧПУ осуществляет подвод к первой позиции измерения в следующей последовательности: сначала A, затем B, затем C
  - Ввод >0:
    Высота возврата в ненаклоненной системе координат детали, на которую ЧПУ позиционирует ось шпинделя перед позиционированием оси вращения. Дополнительно ЧПУ позиционирует щуп в плоскости обработки в нулевую точку. Контроль щупа не является активным в этом режиме, скорость позиционирования определяется в параметре Q253
- **Подача предпозиционирования** Q253: скорость перемещения инструмента при позиционировании в мм/мин. Диапазон ввода от 0,0001 до 99999,9999, альтернативно – с помощью **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Базовый угол** Q380 (абсолютный): базовый угол (разворот плоскости обработки) для определения точек измерения в действующей системе координат детали. Определение базового угла может существенно увеличить область измерений оси. Диапазон ввода от 0 до 360,0000
- **Начальный угол ось A** Q411 (абсолютный): начальный угол по оси A, под которым должно производиться первое измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Конечный угол ось A** Q412 (абсолютный): конечный угол по оси A, под которым должно производиться последнее измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999

Пример: Программа калибровки

```
4 TOOL CALL "ЩУП" Z
5 TCH PROBE 450 СОХРАНЕНИЕ
КИНЕМАТИКИ
      Q410=0     ;РЕЖИМ
      Q409=5     ;ЯЧЕЙКА ПАМЯТИ
6 TCH PROBE 452 КОМПЕНСАЦИЯ
ПРЕДУСТАНОВКИ
      Q407=12.5 ;РАДИУС ШАРА
      Q320=0     ;БЕЗОП. РАССТ.
      Q408=0     ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
      Q253=750  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
      Q380=0     ;ОПОРНЫЙ УГОЛ
      Q411=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
      Q412=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
      Q413=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ A
      Q414=0     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
      Q415=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
      Q416=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
      Q417=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ B
      Q418=2     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
      Q419=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
      Q420=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
      Q421=0     ;УГОЛ УСТАНОВКИ ОСИ C
      Q422=2     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
      Q423=4     ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
      Q432=0     ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

- **Угол установки ось A** Q413: угол установки по оси A, при котором должны измеряться другие оси вращения. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Количество точек измерения по оси A** Q414: количество замеров, которое должна выполнить ЧПУ для измерения по оси A. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение данной оси. Диапазон ввода от 0 до 12
- **Начальный угол ось B** Q415 (абсолютный): начальный угол по оси B, под которым должно производиться первое измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Конечный угол ось B** Q416 (абсолютный): конечный угол по оси B, под которым должно производиться последнее измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Угол установки ось B** Q417: угол установки по оси B, при котором должны изменяться другие оси вращения. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Количество точек измерения по оси B** Q418: количество замеров, которое должна выполнить ЧПУ для измерения по оси B. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение данной оси. Диапазон ввода от 0 до 12
- **Начальный угол ось C** Q419 (абсолютный): начальный угол по оси C, под которым должно производиться первое измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Конечный угол ось C** Q420 (абсолютный): конечный угол по оси C, под которым должно производиться последнее измерение. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Угол установки ось C** Q421: угол установки оси C, при котором должны измеряться другие оси вращения. Диапазон ввода от -359,999 до 359,999
- **Количество точек измерения по оси C** Q422: количество замеров, которое должна выполнить ЧПУ для измерения оси C. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение данной оси. Диапазон ввода от 0 до 12
- **Количество точек измерения** Q423: задайте, за сколько касаний система ЧПУ должна выполнить измерение калибровочного шара на плоскости. Можно ввести от 3 до 8 измерений.
- **Диапазон угла люфта** Q432: здесь задается угол, на который будет выполняться перемещение оси вращения. Угол перемещения должен быть значительно больше люфта оси вращения. При вводе = 0 ЧПУ не проводит измерение люфта. Диапазон ввода: от -3,0000 до +3,0000

Подгонка сменных головок

Цель данного процесса заключается в том, чтобы после смены осей вращения (смены головки) предустановка на детали не изменилась.

В следующем примере описывается компенсация вилочной головки по осям AC. Меняются оси A, ось C остается на базовом станке.

- Установите одну из сменных головок, которая будет служить эталонной
- Зажмите калибровочный шар
- Замените измерительный щуп
- Проведите полное измерение кинематики с эталонной головкой посредством цикла 451
- После измерения эталонной головки задайте предустановку (с Q431 = 2 или 3 в цикл 451)

Пример: Измерение эталонной головки

```
1 TOOL CALL "ЩУП" Z
2 TCH PROBE 451 ИЗМЕРЕНИЕ
КИНЕМАТИКИ
    Q406=1     ;РЕЖИМ
    Q407=12.5  ;РАДИУС ШАРА
    Q320=0     ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q408=0     ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
    Q253=2000  ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q380=45    ;БАЗОВЫЙ УГОЛ
    Q411=-90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q412=+90   ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q413=45    ;УСТАН.УГОЛ ОСИ A
    Q414=4     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
    Q415=-90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q416=+90   ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q417=0     ;УСТАН.УГОЛ ОСИ B
    Q418=2     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
    Q419=+90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q420=+270  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q421=0     ;УСТАН.УГОЛ ОСИ C
    Q422=3     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
    Q423=4     ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
    Q431=3     ;ВЫПОЛНЕНИЕ
                ПРЕДУСТАНОВКИ
    Q432=0     ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

- Замена второй сменной головки
- Замените измерительный щуп
- Измерьте сменную головку с помощью цикла 452
- Измеряйте только те оси, которые были заменены в действительности (в примере только ось A, ось C скрыта с помощью Q422)
- Запрещается изменять предустановку и позицию калибровочного шара во время всего процесса.
- Все остальные сменные головки можно подогнать таким же способом

Смена головки — это функция, зависящая от конструкции станка. Соблюдайте указания руководства по управлению станком.

Пример: Подгонка сменной головки

```
3 TOOL CALL "ЩУП" Z
4 TCH PROBE 452 КОМПЕНСАЦИЯ
ПРЕДУСТАНОВКИ
    Q407=12.5 ;РАДИУС ШАРА
    Q320=0    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q408=0    ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
    Q253=2000 ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q380=45   ;БАЗОВЫЙ УГОЛ
    Q411=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q412=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q413=45   ;УСТАН.УГОЛ ОСИ A
    Q414=4    ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
    Q415=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q416=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q417=0    ;УСТАН.УГОЛ ОСИ B
    Q418=2    ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
    Q419=+90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q420=+270 ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q421=0    ;УСТАН.УГОЛ ОСИ C
    Q422=0    ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
    Q423=4    ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
    Q432=0    ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

Компенсация дрейфа

Во время обработки различные узлы станка подвержены дрейфу из-за воздействий окружающей среды. Если дрейф в пределах области перемещения достаточно постоянен и на столе станка во время обработки может оставаться калибровочный шар, то этот дрейф можно определить и скомпенсировать с помощью цикла 452.

- Зажмите калибровочный шар
- Замените измерительный щуп
- Перед началом обработки проведите полное измерение кинематики с помощью цикла 451
- После измерения кинематики задайте предустановку (с Q432 = 2 или 3 в цикл 451)
- Затем следует задать предустановки для деталей и начать обработку

Пример: Эталонное измерение для компенсации дрейфа

```
1 TOOL CALL "ЩУП" Z
2 CYCL DEF 247 УСТАНОВКА ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ
    Q339=1     ;НОМЕР ТОЧКИ ПРИВЯЗКИ
3 TCH PROBE 451 ИЗМЕРЕНИЕ КИНЕМАТИКИ
    Q406=1     ;РЕЖИМ
    Q407=12.5  ;РАДИУС ШАРА
    Q320=0     ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q408=0     ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
    Q253=750   ;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q380=45    ;БАЗОВЫЙ УГОЛ
    Q411=+90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q412=+270  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q413=45    ;УСТАН.УГОЛ ОСИ A
    Q414=4     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
    Q415=-90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q416=+90   ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q417=0     ;УСТАН.УГОЛ ОСИ B
    Q418=2     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
    Q419=+90   ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q420=+270  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q421=0     ;УСТАН.УГОЛ ОСИ C
    Q422=3     ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
    Q423=4     ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
    Q431=3     ;ВЫПОЛНЕНИЕ
                ПРЕДУСТАНОВКИ
    Q432=0     ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

- Регулярно определяйте дрейф осей
- Замените измерительный щуп
- Активируйте предустановку в калибровочном шаре
- Измерьте кинематику с помощью цикла 452
- Запрещается изменять предустановку и позицию калибровочного шара во время всего процесса.

Этот процесс также возможен и на станках без осей вращения

Пример: Компенсация дрейфа

```
4 TOOL CALL "ЩУП" Z
5 TCH PROBE 452 КОМПЕНСАЦИЯ
ПРЕДУСТАНОВКИ
    Q407=12.5 ;РАДИУС ШАРА
    Q320=0    ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
    Q408=0    ;ВЫСОТА ВОЗВРАТА
    Q253=99999;ПОДАЧА ПРЕДВ. ПОЗИЦ.
    Q380=45   ;БАЗОВЫЙ УГОЛ
    Q411=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q412=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ A
    Q413=45   ;УСТАН.УГОЛ ОСИ A
    Q414=4    ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ A
    Q415=-90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q416=+90  ;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ B
    Q417=0    ;УСТАН.УГОЛ ОСИ B
    Q418=2    ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ B
    Q419=+90  ;НАЧАЛЬНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q420=+270;КОНЕЧНЫЙ УГОЛ ОСИ C
    Q421=0    ;УСТАН.УГОЛ ОСИ C
    Q422=3    ;ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ ОСИ C
    Q423=3    ;КОЛ-ВО ТЧК. ИЗМЕР.
    Q432=0    ;ДИАПАЗОН УГЛА ЛЮФТА
```

Функция протокола

После отработки цикла 452 ЧПУ составляет протокол **(TCHPR452.TXT)**), который содержит следующие данные:

- Дата и время составления протокола
- Имя пути программы ЧПУ, из которой отрабатывался цикл
- Активный номер кинематики
- Заданный радиус измерительного шара
- Для каждой замеренной оси вращения:
  - Начальный угол
  - Конечный угол
  - Угол установки
  - Количество точек измерения
  - Рассеяние (среднеквадратичное отклонение)
  - Максимальная погрешность
  - Погрешность угла
  - Усредненный люфт
  - Усредненная погрешность позиционирования
  - Радиус окружности измерения
  - Значения коррекции по всем осям (смещение предустановки)
  - Оценка точек измерения
  - Погрешность измерения для осей вращения

Разъяснения значений протокола

(смотри „Разъяснения значений протокола” на странице 513)

19

Циклы измерительных щупов: автоматическое измерение инструмента

19.1 Основные положения

Обзор

Станок и ЧПУ должны быть подготовлены производителем станков для работы с измерительным щупом TT.

В противном случае не все описанные здесь циклы и функции доступны на вашем станке. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

С помощью настольного измерительного щупа и циклов измерения инструмента ЧПУ производится автоматическое измерение инструмента: корректирующие значения длины и радиуса сохраняются ЧПУ в центральной памяти инструментов TOOL.T и автоматически рассчитываются в конце цикла измерения. Доступны следующие виды измерений:

- измерение неподвижного инструмента
- измерение вращающегося инструмента
- измерение отдельных режущих кромок

Циклы измерения инструмента программируются в режиме работы Сохранение/редактирование программы с помощью клавиши TOUCH PROBE. Доступны следующие циклы:

Цикл	Новый формат	Старый формат	Стр.
Калибровка TT, циклы 30 и 480	480 CAL.	30 CAL.	Стр. 531
Калибровка беспроводного TT 449, цикл 484	484		Стр. 532
Измерение длины инструмента, циклы 31 и 481	481	31	Стр. 534
Измерение радиуса инструмента, циклы 32 и 482	482	32	Стр. 536
Измерение длины и радиуса инструмента, циклы 33 и 483	483	33	Стр. 538

Циклы измерения работают только при активной центральной памяти инструмента TOOL.T.

Перед началом работы с циклами измерения оператор должен внести все требуемые для измерения данные в центральную память инструмента и вызвать измеряемый инструмент при помощи TOOL CALL.

Измерение можно производить также при наклоненной плоскости обработки.

Различия между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483

Объем функций и порядок отработки цикла абсолютно идентичны. Между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483 имеются только два следующих различия:

- Циклы с 481 по 483 доступны под G481 по G483 также в DIN/ISO.
- Вместо произвольно выбираемого параметра статуса измерения новые циклы используют фиксированный параметр **Q199**

Настройка параметров станка

ЧПУ для измерения неподвижного шпинделя использует измерительную подачу из MP6520.

При измерении вращающегося инструмента ЧПУ рассчитывает частоту вращения шпинделя и подачу измерения автоматически.

При этом частота вращения шпинделя рассчитывается следующим образом:

n = MP6570 / (r • 0,0063) c

n	Частота вращения [об/мин]
MP6570	Максимально допустимая скорость вращения [м/мин]
r	Активный радиус инструмента [мм]

Подача при измерении рассчитывается из:

v = допуск измерения • n c

v	Подача измерения [мм/мин]
Допуск измерения	Допуск измерения [мм], зависит от MP6507
n	Частота вращения [1/мин]

С помощью MP6507 производится настройка подачи измерения:

MP6507=0:

Допуск измерения остается постоянным независимо от радиуса инструмента. Для инструментов очень большого размера подача измерения уменьшается до нуля. Этот эффект заметен тем раньше, чем меньше выбранная максимальная скорость вращения (MP6570) и разрешенный допуск (MP6510).

MP6507=1:

Допуск измерения изменяется с увеличением радиуса инструмента. Это обеспечивает достаточную подачу измерения также и для больших радиусов инструмента. ЧПУ изменяет допуск измерения в соответствии со следующей таблицей:

Радиус инструмента	Допуск измерения
до 30 мм	MP6510
от 30 до 60 мм	2 • MP6510
от 60 до 90 мм	3 • MP6510
от 90 до 120 мм	4 • MP6510

MP6507=2:

Подача измерения остается постоянной, однако погрешность измерения линейно увеличивается с увеличением радиуса инструмента:

Допуск измерения = (r • MP6510)/ 5 мм) с

r	Активный радиус инструмента [мм]
MP6510	Максимально допустимая погрешность измерения

Записи в таблице инструментов TOOL.T

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 ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на износ: длина?**
RTOL	Допустимое отклонение радиуса инструмента R для обнаружения износа. Если введенное значение превышено, то 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 = –)?**
TT:R-OFFS	Измерение длины: смещение инструмента между центром измерительного наконечника и центром инструмента. Предустановка: радиус инструмента R (кнопка NO ENT вызывает **R**)	**Смещение радиуса инструмента?**
TT:L-OFFS	Измерение радиуса: дополнительное смещение инструмента к MP6530 между верхним краем измерительного наконечника и нижним краем инструмента. Предварительная установка: 0	**Смещение длины инструмента?**
LBREAK	Допустимое отклонение длины инструмента L для обнаружения поломки. Если введенное значение превышено, то ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на поломку: длина?**
ПОЛОМКА (RBREAK)	Допустимое отклонение радиуса инструмента R для обнаружения поломки. Если введенное значение превышено, то ЧПУ блокирует инструмент (статус **L**). Диапазон ввода: от 0 до 0,9999 мм	**Допуск на поломку: радиус?**

Примеры ввода данных для стандартных типов инструментов

Тип инструмента	CUT	TT:R-OFFS	TT:L-OFFS
Сверло	– (без функции)	0 (смещение не требуется, так как измеряться должен наконечник сверла)	
Цилиндрическая фреза с диаметром < 19 мм	4 (4 режущих кромки)	0 (смещение не требуется, так как диаметр инструмента меньше диаметра диска TT)	0 (при измерении радиуса дополнительное смещение не требуется. Используется смещение из MP6530)

Тип инструмента	CUT	TT:R-OFFS	TT:L-OFFS
Цилиндрическая фреза с диаметром > 19 мм	4 (4 режущих кромки)	R (требуется смещение, так как диаметр инструмента больше диаметра диска TT)	0 (при измерении радиуса дополнительное смещение не требуется. Используется смещение из MP6530)
Радиусная фреза	4 (4 режущих кромки)	0 (смещение не требуется, так как должен измеряться южный полюс сферического наконечника)	5 (всегда определять радиус инструмента как смещение, чтобы диаметр не измерялся в радиусе)

Индикация результатов измерения

В дополнительной индикации статуса можно вывести на дисплей результаты измерения инструмента (в режимах работы станка). В этом случае ЧПУ слева показывает программу, а справа результаты измерения. Значения измерения, превышающие допуск на износ, ЧПУ маркирует символом «*» – измеренные значения, превышающие разрешаемый допуск на поломку символом «B».

19.2 Калибровка TT (цикл 30 или 480, DIN/ISO: G480)

Ход цикла

Калибровка щупа TT выполняется при помощи циклов измерения TCH PROBE 30 или TCH PROBE 480 (смотри также „Различия между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483” на странице 527). Операция калибровки осуществляется автоматически. ЧПУ определяет среднее смещение калибровочного инструмента также автоматически Для этого после выполнения половины цикла калибровки ЧПУ поворачивает шпиндель на 180°.

В качестве калибровочного инструмента используйте точную цилиндрическую деталь, например, цилиндрический штифт. ЧПУ сохраняет значения калибровки и учитывает их при следующих замерах инструмента.

Калибровочный инструмент должен иметь диаметр больше 15 мм и выступать из зажимного патрона примерно на 50 мм. При таких условиях возникает прогиб, равный 0,1 мкм на 1 Н силы нажима.

Учитывайте при программировании!

Порядок функционирования цикла калибровки зависит от машинного параметра 6500. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Перед проведением калибровки следует ввести точный радиус и точную длину калибровочного инструмента в таблицу инструмента TOOL.T.

В машинных параметрах с 6580.0 по 6580.2 следует определить положение TT в рабочей зоне станка.

Если машинные параметры с 6580.0 по 6580.2 изменяются, то следует выполнить новую калибровку.

Параметры цикла

▶ **Безопасная высота**: введите позицию по оси шпинделя, в которой столкновение с заготовками или зажимными устройствами исключено. Безопасная высота отсчитывается от активной точки привязки обрабатываемой детали. Если безопасная высота введена настолько малой, что наконечник инструмента мог бы оказаться под верхним краем диска, то ЧПУ автоматически позиционирует калибровочный инструмента над диском (безопасная зона из MP6540). Диапазон ввода -от 99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**

Пример: Команды ЧПУ в старом формате

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 30.0 КАЛИБРОВКА TT
8 TCH PROBE 30.1 ВЫСОТА: +90
```

Пример: Команды ЧПУ в новом формате

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 480 КАЛИБРОВКА TT
    Q260=+100;БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
```

19.3 Калибровка беспроводного TT 449 (цикл 484, DIN/ISO: G484)

Основные положения

С помощью цикла 484 производится калибровка беспроводного настольного инфракрасного измерительного щупа TT 449. Процесс калибровки протекает не полностью автоматически, так как положение TT на столе станка не задано.

Ход цикла

- Установка калибровочного инструмента
- Определение и запуск цикла калибровки
- Вручную установите калибровочный инструмент над центром измерительного щупа и следуйте указаниям во всплывающем окне дисплея. Следите за тем, чтобы калибровочный инструмент находился над измерительной плоскостью наконечника щупа.

Операция калибровки осуществляется в полуавтоматическом режиме. ЧПУ также определяет среднее смещение калибровочного инструмента Для этого после выполнения половины цикла калибровки ЧПУ поворачивает шпиндель на 180°.

В качестве калибровочного инструмента используйте точную цилиндрическую деталь, например, цилиндрический штифт. ЧПУ сохраняет значения калибровки и учитывает их при следующих замерах инструмента.

Калибровочный инструмент должен иметь диаметр больше 15 мм и выступать из зажимного патрона примерно на 50 мм. При таких условиях возникает прогиб, равный 0,1 мкм на 1 Н силы нажима.

Учитывайте при программировании!

Порядок функционирования цикла калибровки зависит от машинного параметра 6500. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Перед проведением калибровки следует ввести точный радиус и точную длину калибровочного инструмента в таблицу инструмента TOOL.T.

При изменении положения TT на столе нужно провести новую калибровку.

Параметры цикла

Цикл 484 не имеет параметров цикла.

19.4 Измерение длины инструмента (цикл 31 или 481, DIN/ISO: G481)

Ход цикла

Для измерения длины инструмента следует выполнить программирование цикла измерения TCH PROBE 31 или TCH PROBE 481 (смотри также „Различия между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483” на странице 527). Через вводимые параметры можно определить длину инструмента тремя различными способами:

- Если диаметр инструмента больше диаметра измерительной поверхности TT, то нужно выполнять измерение с вращающимся инструментом
- Если диаметр инструмента меньше диаметра измерительной поверхности TT или если необходимо определить длину сверла либо радиусной фрезы, то нужно выполнять измерение с неподвижным инструментом
- Если диаметр инструмента больше диаметра измерительной поверхности TT, то необходимо провести измерение отдельных режущих кромок с неподвижным инструментом

Процесс «измерение с вращающимся инструментом»

Для определения самой длинной режущей кромки измеряемый инструмент смещается к центру щупа и с вращением перемещается к измерительной поверхности TT. Смещение программируется в таблице инструментов под смещением инструмента: радиус (**TT: R-OFFS**).

Процесс «измерение с неподвижным инструментом» (например, для сверла)

Измеряемый инструмент перемещается соосно над измерительной поверхностью. Затем он перемещается с неподвижным шпинделем к измерительной поверхности щупа TT. Для этого измерения введите смещение инструмента: радиус (**TT: R-OFFS**) в таблицу инструмента со значением «0».

Процесс «измерение отдельных режущих кромок»

ЧПУ позиционирует измеряемый инструмент сбоку от наконечника щупа. Торцевая поверхность инструмента находится при этом ниже верхней грани наконечника щупа, как это определено в MP6530. В таблице инструментов под смещением инструмента: длина (**TT: L-OFFS**) можно задать дополнительное смещение. ЧПУ выполняет снятие размера с вращающимся инструментом радиально с целью определения начального угла для замера отдельных режущих кромок. Затем измеряется длина всех режущих кромок путем изменения ориентации шпинделя. Для данного измерения нужно запрограммировать ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖУЩИХ КРОМОК в цикле TCH PROBE 31 = 1.

Учитывайте при программировании!

Перед первым замером инструмента нужно внести приблизительный радиус, примерную длину, количество режущих кромок и направление резания соответствующего инструмента в таблицу инструмента TOOL.T.

Измерение отдельных режущих кромок можно проводить для инструмента с **количеством режущих кромок до 99**. В дополнительной индикации состояния отображаются значения измерений максимум 24 режущих кромок.

Параметры цикла

- **Измерение инструмента=0 / проверка=1**: задайте, измеряется инструмент впервые или выполняется проверка уже измеренного инструмента. При первом измерении система ЧПУ переписывает длину инструмента L в центральной памяти инструмента TOOL.T и устанавливает значение дельты DL = 0. В случае, когда выполняется проверка инструмента, измеренная длина сравнивается с длиной инструмента L из TOOL.T. ЧПУ рассчитывает отклонение с соответствующим знаком и записывает его в качестве значения дельта DL в TOOL.T. Кроме того, отклонение доступно также и в параметре Q115. Если значение дельта превышает разрешенный для износа и поломки допуск для длины инструмента, ЧПУ блокирует инструмент (статус L в TOOL.T).
- **Номер параметра для результата?**: номер параметра, под которым ЧПУ записывает статус измерения в память:
  0,0: инструмент в пределах допуска
  1,0: инструмент изношен (**LTOL** превышен)
  2,0: инструмент сломан (**LBREAK** превышено).
  Если результат измерения не нуждается в дальнейшей обработке программой, подтвердите вопрос диалога с помощью клавиши NO ENT
- **Безопасная высота**: введите позицию по оси шпинделя, в которой столкновение с заготовками или зажимными устройствами исключено. Безопасная высота отсчитывается от активной точки привязки обрабатываемой детали. Если безопасная высота введена настолько малой, что наконечник инструмента может находиться под верхней кромкой диска, то ЧПУ автоматически позиционирует инструмента над диском (безопасная зона из MP6540). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Измерение режущих кромок 0=нет / 1=да**: задайте, необходимо ли выполнять замер отдельных кромок (можно измерять максимум до 99 кромок).

Пример: Первое измерение с вращающимся инструментом; старый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 ДЛИНА ИНСТРУМЕНТА
8 TCH PROBE 31.1 ПРОВЕРКА: 0
9 TCH PROBE 31.2 ВЫСОТА: +120
10 TCH PROBE 31.3 ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ.
КРОМОК: 0
```

Пример: Проверка с измерением отдельных режущих кромок, сохранение статуса в Q5; старый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 ДЛИНА ИНСТРУМЕНТА
8 TCH PROBE 31.1 ПРОВЕРКА: 1 Q5
9 TCH PROBE 31.2 ВЫСОТА: +120
10 TCH PROBE 31.3 ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ.
КРОМОК: 1
```

Пример: Команды ЧПУ; новый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 481 ДЛИНА ИНСТРУМЕНТА
    Q340=1     ;ПРОВЕРКА
    Q260=+100;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q341=1     ;ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ. КРОМОК
```

19.5 Измерение радиуса инструмента (цикл 32 или 482, DIN/ISO: G482)

Ход цикла

Для измерения радиуса инструмента выполните программирование цикла измерения TCH PROBE 32 или TCH PROBE 482 (смотри также „Различия между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483” на странице 527). Через вводимые параметры можно определить радиус инструмента тремя различными способами:

- измерение с вращающимся инструментом
- измерение с вращающимся инструментом и затем измерение отдельных режущих кромок

ЧПУ позиционирует измеряемый инструмент сбоку от наконечника щупа. Торцевая поверхность фрезы лежит при этом ниже верхнего края головки щупа, как это задано в MP6530. ЧПУ выполняет снятие радиального размера с вращающимся инструментом. Если следует дополнительно выполнить измерение отдельных режущих кромок, радиусы всех кромок измеряются путем соответствующей ориентации шпинделя.

Учитывайте при программировании!

Перед первым замером инструмента нужно внести приблизительный радиус, примерную длину, количество режущих кромок и направление резания соответствующего инструмента в таблицу инструмента TOOL.T.

Инструменты цилиндрической формы с алмазной поверхностью измеряются при неподвижном шпинделе. Для этого следует в таблицы инструментов определить количество кромок CUT как 0 и адаптировать машинный параметр 6500. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Измерение отдельных режущих кромок можно проводить для инструмента с **количеством режущих кромок до 99**. В дополнительной индикации состояния отображаются значения измерений максимум 24 режущих кромок.

Параметры цикла

- **Измерение инструмента=0 / проверка=1**: задайте, измеряется инструмент впервые или должна производиться проверка уже измеренного инструмента. При первом измерении система ЧПУ переписывает радиус инструмента R в центральной памяти инструмента TOOL.T и задает значение дельты DR = 0. В случае, когда выполняется проверка инструмента, измеренный радиус сравнивается с радиусом инструмента R из TOOL.T. ЧПУ рассчитывает отклонение с соответствующим знаком и записывает его в качестве значения дельта DR в TOOL.T. Кроме того, отклонение доступно также и в параметре Q116. В случае если значение дельта превышает разрешенное значение допуска для износа и поломки для радиуса инструмента, ЧПУ блокирует инструмент (статус L в TOOL.T).
- **Номер параметра для результата?**: номер параметра, под которым ЧПУ записывает статус измерения в память:
  0,0: инструмент в пределах допуска
  1,0: инструмент изношен (**RTOL** превышен)
  2,0: инструмент сломан (**LBREAK** превышено).
  Если результат измерения не требует дальнейшей обработки программой, подтвердите вопрос диалога с помощью клавиши NO ENT
- **Безопасная высота**: введите позицию по оси шпинделя, в которой столкновение с заготовками или зажимными устройствами исключено. Безопасная высота отсчитывается от активной точки привязки обрабатываемой детали. Если безопасная высота введена настолько малой, что наконечник инструмента может находиться под верхней кромкой диска, то ЧПУ автоматически позиционирует инструмента над диском (безопасная зона из MP6540). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Измерение режущих кромок 0=нет / 1=да**: задайте, нужно выполнять дополнительный замер отдельных режущих кромок или нет (можно измерять максимум до 99 кромок).

Пример: Первое измерение с вращающимся инструментом; старый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 32.0 РАДИУС ИНСТРУМЕНТА
8 TCH PROBE 32.1 ПРОВЕРКА: 0
9 TCH PROBE 32,2 ВЫСОТА: +120
10 TCH PROBE 32.3 ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ.
КРОМОК: 0
```

Пример: Проверка с измерением отдельных режущих кромок, сохранение статуса в Q5; старый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 32.0 РАДИУС ИНСТРУМЕНТА
8 TCH PROBE 32.1 ПРОВЕРКА: 1 Q5
9 TCH PROBE 32.2 ВЫСОТА: +120
10 TCH PROBE 32.3 ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ.
КРОМОК: 1
```

Пример: Команды ЧПУ; новый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 482 РАДИУС ИНСТРУМЕНТА
    Q340=1     ;ПРОВЕРКА
    Q260=+100;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q341=1     ;ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ. КРОМОК
```

19.6 Полное измерение инструмента (цикл 33 или 483, DIN/ISO: G483)

Ход цикла

Для полного измерения инструмента выполните программирование цикла измерения TCH PROBE 33 или TCH PROBE 482 (смотри также „Различия между циклами с 31 по 33 и с 481 по 483” на странице 527). Этот цикл особенно подходит для первого замера инструментов, так как по сравнению с измерением длины и радиуса по отдельности значительно экономит время. Через вводимые параметры можно выполнить измерение инструмента двумя способами:

- измерение с вращающимся инструментом
- измерение с вращающимся инструментом и затем измерение отдельных режущих кромок

ЧПУ выполняет замер инструмента по жестко запрограммированному алгоритму. Сначала измеряется радиус инструмента, а затем длина. Процесс измерения соответствует процессам из циклов измерения 31 и 32.

Учитывайте при программировании!

Перед первым замером инструмента нужно внести приблизительный радиус, примерную длину, количество режущих кромок и направление резания соответствующего инструмента в таблицу инструмента TOOL.T.

Инструменты цилиндрической формы с алмазной поверхностью измеряются при неподвижном шпинделе. Для этого следует в таблицы инструментов определить количество кромок CUT как 0 и адаптировать машинный параметр 6500. Следуйте указаниям инструкции по обслуживанию станка.

Измерение отдельных режущих кромок можно проводить для инструмента с **количеством режущих кромок до 99**. В дополнительной индикации состояния отображаются значения измерений максимум 24 режущих кромок.

Параметры цикла

- **Измерение инструмента=0 / проверка=1**: задайте, измеряется инструмент впервые или выполняется проверка уже измеренного инструмента. При первом измерении ЧПУ переписывает радиус инструмента R и длину L в центральной памяти инструмента TOOL.T и устанавливает значение дельты DR и DL = 0. Если выполняется проверка инструмента, то измеренные параметры инструмента сравниваются с параметрами из TOOL.T. ЧПУ рассчитывает отклонения с соответствующим знаком и записывает его в качестве значения дельта DR и DL в TOOL.T. Дополнительно отклонения доступны в Q-параметрах Q115 и Q116. В случае если одно из значений дельта превышает разрешенный допуск для износа и поломки, ЧПУ блокирует инструмент (статус L в TOOL.T).
- **Номер параметра для результата?**: номер параметра, под которым ЧПУ записывает статус измерения в память:
  0,0: инструмент в пределах допуска
  1,0: инструмент изношен (**LTOL** и/или **RTOL** превышены)
  2,0: инструмент сломан (**LBREAK** и/или **RBREAK** превышено). Если результат измерения не нуждается в дальнейшей обработке программой, подтвердите вопрос в диалоговом окне с помощью клавиши NO ENT
- **Безопасная высота**: введите позицию по оси шпинделя, в которой столкновение с заготовками или зажимными устройствами исключено. Безопасная высота отсчитывается от активной точки привязки обрабатываемой детали. Если безопасная высота введена настолько малой, что наконечник инструмента может находиться под верхней кромкой диска, то ЧПУ автоматически позиционирует инструмента над диском (безопасная зона из MP6540). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999 или через **PREDEF**
- **Измерение режущих кромок 0=нет / 1=да**: задайте, нужно выполнять дополнительный замер отдельных режущих кромок или нет (можно измерять максимум до 99 кромок).

Пример: Первое измерение с вращающимся инструментом; старый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 ИЗМЕРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА
8 TCH PROBE 33.1 ПРОВЕРКА: 0
9 TCH PROBE 33.2 ВЫСОТА: +120
10 TCH PROBE 33.3 ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ. КРОМОК: 0
```

Пример: Проверка с измерением отдельных режущих кромок, сохранение статуса в Q5; старый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 ИЗМЕРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА
8 TCH PROBE 33.1 ПРОВЕРКА: 1 Q5
9 TCH PROBE 33.2 ВЫСОТА: +120
10 TCH PROBE 33.3 ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ. КРОМОК: 1
```

Пример: Команды ЧПУ; новый формат

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 483 ИЗМЕРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА
    Q340=1     ;ПРОВЕРКА
    Q260=+100;БЕЗОП. ВЫСОТА
    Q341=1     ;ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖ. КРОМОК
```

Обзорная таблица

Циклы обработки

Номер цикла	Обозначение цикла	DEF-активный	CALL-активный	Стр.
7	Смещение нулевой точки	■		Стр. 291
8	Зеркальное отображение	■		Стр. 299
9	Время выдержки	■		Стр. 321
10	Вращение	■		Стр. 301
11	Коэффициент масштабирования	■		Стр. 303
12	Вызов программы	■		Стр. 322
13	Ориентация шпинделя	■		Стр. 324
14	Задание контура	■		Стр. 195
19	Наклон плоскости обработки	■		Стр. 307
20	Данные контура SL II	■		Стр. 200
21	Предварительное сверление SL II		■	Стр. 202
22	Выборка SL II		■	Стр. 204
23	Чистовая обработка дна SL II		■	Стр. 208
24	Чистовая обработка боковой поверхности SL II		■	Стр. 210
25	Протяжка контура		■	Стр. 214
26	Коэффициент масштабирования для определенной оси	■		Стр. 305
27	Боковая поверхность цилиндра		■	Стр. 239
28	Боковая поверхность цилиндра, фрезерование канавок		■	Стр. 242
29	Боковая поверхность цилиндра, ребро		■	Стр. 245
30	Обработка 3D-данных		■	Стр. 273
32	Допуск	■		Стр. 325
39	Внешний контур боковой поверхности цилиндра		■	Стр. 248
200	Сверление		■	Стр. 75
201	Развертывание		■	Стр. 77
202	Расточка		■	Стр. 79
203	Универсальное сверление		■	Стр. 83

Номер цикла	Обозначение цикла	DEF-активный	CALL-активный	Стр.
204	Обратное зенкование		■	Стр. 87
205	Универсальное глубокое сверление		■	Стр. 91
206	Нарезание внутренней резьбы с компенсатором, новинка		■	Стр. 107
207	Нарезание внутренней резьбы без компенсатора, новинка		■	Стр. 110
208	Сверление и фрезерование		■	Стр. 95
209	Нарезание внутренней резьбы с ломкой стружки		■	Стр. 113
220	Группа отверстий на окружности	■		Стр. 184
221	Группа отверстий на прямых	■		Стр. 187
225	Гравирование	■		Стр. 329
230	Построчное фрезерование		■	Стр. 275
231	Стандартная поверхность		■	Стр. 277
232	Фрезерование плоскостей		■	Стр. 281
240	Центровка		■	Стр. 73
241	Сверление оружейным сверлом		■	Стр. 98
247	Установка точки привязки	■		Стр. 298
251	Полная обработка прямоугольного кармана		■	Стр. 145
252	Полная обработка круглого кармана		■	Стр. 151
253	Фрезерование канавки		■	Стр. 156
254	Круглая канавка		■	Стр. 162
256	Полная обработка прямоугольного острова		■	Стр. 169
257	Полная обработка круглого острова		■	Стр. 173
262	Резьбофрезерование		■	Стр. 120
263	Резьбофрезерование и зенкование		■	Стр. 123
264	Сверление и резьбофрезерование		■	Стр. 127
265	Спиральное сверление и резьбофрезерование		■	Стр. 131
267	Фрезерование внешней резьбы		■	Стр. 135
270	Данные протяжки контура	■		Стр. 212
275	Канавка по контуру, трохоидально		■	Стр. 218
290	Точение с интерполяцией		■	Стр. 333

Циклы измерительного щупа

Номер цикла	Обозначение цикла	DEF-активный	CALL-активный	Стр.
0	Базовая плоскость	■		Стр. 434
1	Точка привязки в полярных координатах	■		Стр. 435
2	Калибровка радиуса TS	■		Стр. 479
3	Измерение	■		Стр. 481
4	3D-измерение	■		Стр. 483
9	Калибровка длины TS	■		Стр. 480
30	Калибровка TT	■		Стр. 531
31	Измерение/проверка длины инструмента	■		Стр. 534
32	Измерение/проверка радиуса инструмента	■		Стр. 536
33	Измерение/проверка длины и радиуса инструмента	■		Стр. 538
400	Разворот плоскости обработки по двум точкам	■		Стр. 350
401	Разворот плоскости обработки по двум отверстиям	■		Стр. 353
402	Разворот плоскости обработки по двум цапфам	■		Стр. 356
403	Компенсация неровного положения с помощью оси вращения	■		Стр. 359
404	Установка разворота плоскости обработки	■		Стр. 363
405	Компенсация неровного положения с помощью оси C	■		Стр. 364
408	Установка точки привязки к центру канавки (FCL 3-функция)	■		Стр. 373
409	Установка точки привязки к центру ребра (FCL 3-функция)	■		Стр. 377
410	Установка точки привязки к центру прямоугольного кармана	■		Стр. 380
411	Установка точки привязки к центру прямоугольного острова	■		Стр. 385
412	Установка точки привязки к центру круглого кармана (отверстие)	■		Стр. 389
413	Установка точки привязки к центру круглого острова	■		Стр. 394
414	Установка точки привязки к внешнему углу	■		Стр. 399
415	Установка точки привязки к внутреннему углу	■		Стр. 404
416	Установка точки привязки к центру окружности отверстий	■		Стр. 408
417	Установка точки привязки на оси измерительного щупа	■		Стр. 413
418	Установка точки привязки в центре четырех отверстий	■		Стр. 415
419	Установка точки привязки на произвольной оси	■		Стр. 419

Номер цикла	Обозначение цикла	DEF-активный	CALL-активный	Стр.
420	Измерение детали, угол	■		Стр. 437
421	Измерение детали, круглый карман (отверстие)	■		Стр. 440
422	Измерение детали, круглый остров (цапфа)	■		Стр. 444
423	Измерение детали, прямоугольный карман	■		Стр. 448
424	Измерение детали, прямоугольный остров	■		Стр. 452
425	Измерение детали, ширина канавки	■		Стр. 456
426	Измерение детали, ширина ребра	■		Стр. 459
427	Измерение детали, произвольная ось	■		Стр. 462
430	Измерение детали, окружность отверстий	■		Стр. 465
431	Измерение детали, плоскость	■		Стр. 469
440	Измерение смещения оси	■		Стр. 485
441	Быстрое измерение: установка глобальных параметров измерительного щупа (FCL 2-функция)	■		Стр. 488
450	KinematicsOpt: защита кинематики (опция)	■		Стр. 497
451	KinematicsOpt: измерение кинематики (опция)	■		Стр. 499
452	KinematicsOpt: компенсация предварительной установки (опция)	■		Стр. 499
460	Калибровка TS: калибровка радиуса и длины с помощью калибровочного шара	■		Стр. 490
480	Калибровка TT	■		Стр. 531
481	Измерение / проверка длины инструмента	■		Стр. 534
482	Измерение / проверка радиуса инструмента	■		Стр. 536
483	Измерение / проверка длины и радиуса инструмента	■		Стр. 538
484	Калибровка инфракрасного TT	■		Стр. 532

F
FCL-функция ... 9

K
KinematicsOpt ... 494

S
SL-циклы
Данные контура ... 200
Данные протяжки контура ... 212
Основные положения ... 192, 267
Перекрывающие друг друга контуры ... 196, 261
Предварительное сверление ... 202
Протяжка контура ... 214
Протяжка контура 3D ... 223
Цикл Контур ... 195
Чистовая обработка ... 204
Чистовая обработка боковой поверхности ... 210
Чистовая обработка дна ... 208
SL-циклы с простой формулой контура ... 267
SL-циклы со сложной формулой контура ... 256

А
Автоматическая калибровка измерительного щупа ... 490
Автоматическая установка точки привязки ... 370
внешний угол ... 399
внутренний угол ... 404
на оси измерительного щупа ... 413
по произвольной оси ... 419
центр 4 отверстий ... 415
центр канавки ... 373
центр круглого кармана (отверстия) ... 389
центр круглого острова ... 394
центр окружности отверстий ... 408
центр прямоугольного кармана ... 380
центр прямоугольного острова ... 385
центр ребра ... 377
Автоматическое измерение инструмента ... 529
Алгоритм позиционирования ... 346

Б
Боковая поверхность цилиндра
Обработка канавки ... 242
Обработка контура ... 239
Обработка ребра ... 245
Фрезерование контура ... 248
Быстрое измерение ... 488

В
Вихревое фрезерование ... 218
Вращение ... 301
Время выдержки ... 321
Вызов программы с помощью цикла ... 322

Г
Глобальные настройки ... 488
Глубокое сверление ... 91, 98
Углубленная начальная точка ... 94, 99
Гравировка ... 329
Группа отверстий
на окружности ... 184
на прямых ... 187
Обзор ... 182

Д
Данные протяжки контура ... 212
Доверительный интервал ... 344

Ж
Жесткое фрезерование ... 218

З
Зеркальное отображение ... 299

И
Измерение деталей ... 428
Измерение инструмента ... 529
Длина инструмента ... 534
Индикация результатов измерения ... 530
Калибровка TT ... 531, 532
Параметры станка ... 527
Полное измерение ... 538
Радиус инструмента ... 536
Измерение кинематики ... 494, 499
Выбор точек измерения ... 503
Измерение кинематики ... 499, 515
Компенсация предварительной установки ... 515
Люфт ... 506
Методы калибровки ... 505, 520, 522
Сохранение кинематики ... 497
Торцовые зубья ... 502
Точность ... 504
Условия ... 495
Функция протокола ... 498, 512, 524
Измерение круглого кармана ... 440
Измерение круглого острова ... 444
Измерение окружности отверстий ... 465
Измерение отверстия ... 440
Измерение отдельной координаты ... 462
Измерение прямоугольного кармана ... 448
Измерение прямоугольного острова ... 452
Измерение теплового расширения ... 485
Измерение угла ... 437
Измерение угла плоскости ... 469
Измерение ширины канавки ... 456
Измерение ширины кармана ... 456
Измерение ширины острова ... 459
Измерение ширины ребра ... 459
Измерительные щупы ... 42
Измерительные щупы 3D ... 340
калибровка коммутационного ... 479, 480

К

Компенсация разворота детали
по двум круглым островам ... 356
по двум отверстиям ... 353
путем измерения двух точек, лежащих на одной прямой ... 350
через ось вращения ... 359, 364
Контроль допуска ... 432
Контроль инструмента ... 432
Коррекция инструмента ... 432
Коэффициент масштабирования ... 303
Коэффициент масштабирования оси ... 305
Круглая канавка
Черновая + чистовая обработки ... 162
Круглый карман
Черновая + чистовая обработки ... 151
Круглый остров ... 173

М

Машинные параметры для 3D-измерительных щупов ... 343
Многократные измерения ... 344

Н

Наклон плоскости обработки ... 307
Руководство ... 314
Цикл ... 307
Нарезание резьбы метчиком
без компенсатора ... 110, 113
с компенсатором ... 107
с ломкой стружки ... 113

О

Обработка 3D-данных ... 273
Образцы обработки ... 57
Окружность из отверстий ... 184
Определение образца ... 57
Ориентация шпинделя ... 324

П

Подача измерения ... 345
Преобразование координат ... 290
Протоколирование результатов измерений ... 429
Протяжка контура ... 214
Протяжка контура 3D ... 223
Прямоугольный карман
Черновая + чистовая обработки ... 145
Прямоугольный остров ... 169

Р

Развертывание ... 77
Разворот плоскости обработки
задать напрямую ... 363
определение во время работы программы ... 348
Расточка ... 79
Расточка обратным ходом ... 87
Результаты измерений в параметрах Q ... 372, 431
Результирующие параметры ... 372, 431
Резьбофрезерование и зенкерование ... 123
Резьбофрезерование, основные положения ... 118

С

Сверление ... 75, 83, 91
Углубленная начальная точка ... 94, 99
Сверление и резьбофрезерование ... 127
Сверление и фрезерование ... 95
Сверление оружейным сверлом ... 98
Смещение нулевой точки
в программе ... 291
с помощью таблиц нулевых точек ... 292
Спиральное сверление и резьбофрезерование ... 131
Стандартная поверхность ... 277
Статус измерения ... 431

Т

Таблица предустановок ... 372
Таблицы точек ... 65
Точение с интерполяцией ... 333
Точка привязки
сохранить в таблице нулевых точек ... 372
сохранить в таблице предустановок ... 372
Трохоидальное фрезерование ... 218

У

Углубленная начальная точка при сверлении ... 94, 99
Угол плоскости, измерение ... 469
Универсальное сверление ... 83, 91
Уровень версии ... 9

Ф

Фрезерование внешней резьбы ... 135
Фрезерование канавки
Канавка по контуру ... 218
Черновая + чистовая обработки ... 156
Фрезерование плоскостей ... 281
Фрезерование резьбы внутри ... 120

Ц

Центровка ... 73
Цикл
вызов ... 49
определение ... 48
Циклы и таблицы точек ... 68
Циклы измерений
для автоматического режима работы ... 342
Циклы контура ... 192
Циклы сверления ... 72

Ч

Черновая обр.:Смотри SL-циклы, выборка
Чистовая обработка боковой поверхности ... 210
Чистовая обработка дна ... 208

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

Измерительные щупы компании HEIDENHAIN

помогают уменьшить вспомогательное время и улучшить точность соблюдения размеров изготовляемых деталей.

Измерительные щупы для заготовок

TS 220	передача сигнала по кабелю
TS 440, TS 444	передача сигнала по инфракрасному каналу
TS 640, TS 740	передача сигнала по инфракрасному каналу

- Выверка заготовок
- Установка точек привязки
- Измерение заготовок

Щупы для инструмента

TT 140	передача сигнала по кабелю
TT 449	передача сигнала по инфракрасному каналу
TL	бесконтактные лазерные системы

- Измерение инструмента
- Контроль износа
- Обнаружение поломки инструмента

670388-R4 · Ver04 · SW04 · 3/2015 · Printed in Germany · F&W