

12

12. ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЦИКЛОВ

12.1 Создание твердых циклов

Твердые циклы – это норма, рекомендованная макроциклами, которые выполняют стандартные циклы для сверления, фрезеровки или токарных работ. На прохождение твердого цикла влияет только установка параметров, согласно которым твердый цикл выполняет свою деятельность. Принципы для создания твердых циклов одинаковы как для фрезеровки, так и для токарных станков.

Твердые циклы в запоминающем устройстве системы CNC8x6 записываются как нормальные партпрограммы и можно их создавать и редактировать. В резервном запоминающем устройстве (на диске) может находиться также больше файлов с твердыми циклами, но система во время выбора партпрограммы прочитает тот файл, имя которого указано в параметре **\$17 конфигурационного файла CNC836.KNF**. Следующим условием автоматического чтения твердых циклов является установка **3. декады машинной константы 99 на величину 1**. (см. Инструкцию по обслуживанию, разделы: "Машинные константы" и "Конфигурация").

Создание и редактирование твердых циклов можно выполнять из системы CNC8x6. Рекомендуется использовать редактор системы (вход из основного меню через кнопки Система и Система-редактирование), или во время редактирования и записи файла с твердыми циклами в среде партпрограмм (вход из основного меню через кнопку Программы и Редактирование) можно – если был после включения системы выполнен выбор любой партпрограммы – сообщить ошибку «Партпрограмма уже находится в запоминающем устройстве», потому что твердый цикл вводится в запоминающее устройство автоматически во время выбора программы. Во время редактирования твердых циклов через редактор системы не будет после записи выполнен синтаксический контроль. Случайные ошибки поэтому проявятся уже во время выбора программы.

Файл с твердыми циклами начинается с ключевого слова: "\$PC и заканчивается знаком *". Во время создания твердых циклов часто используют арифметику параметров. Параметрические операции подробно объяснены в разделе «Арифметика параметров».

Для программирования твердых циклов действительны следующие правила:

Движения, включенные в твердые циклы, выполняются в блоке, где в первый раз запрограммирована одна из функций G81 – G89 за интерполяциями, но до заключительных M-функций. Цикл сверления будет потом выполнен в каждом следующем блоке (функции G81-G89 уже не должны быть запрограммированы) до блока, в котором запрограммирована функция отмены твердого цикла G80. В блоке с G80 уже цикл сверления не выполняется.

Твердые циклы не меняют запрограммированные технологические M-функции, G-функции, и величины остальных адресов (напр. номер таблицы коррекций D, скорость F и т.п.) и параметров, или после выполнения твердых циклов вернут величины функций, адресов и параметров, которые были запрограммированы до отмены твердого цикла, хотя их твердый цикл поменяет.

Например, в твердом цикле G84 использован реверс шпинделя. До вызова твердого цикла будет запрограммировано напр. M3, твердый цикл после перемещения на дно дыры вернет шпиндель, т.е. передаст M4, но после окончания твердого цикла (точнее после старта блока следующего после твердого цикла) опять начнет вращаться шпиндель в направлении M3. Аналогично, если в твердом цикле напр. поменяет скорость F, после окончания твердого цикла будет скорость установлена на F, которое было запрограммировано до вызова твердого цикла.

Пометка:

Это есть главная и практически единственная разница между твердыми циклами и макроциклами. После выполнения макроциклов останутся величины G и M функций и адресов такими, как их случайно установит или поменяет макроцикл.

Пример:

```
N10 ...
N20 X50 G0
N30 R26=400 R27=200 R30=5.0 R31=-85.0 R32=25.0 „декларация параметров для твердого
цикла
N40 M3 M41
N50 X100 G00 G81
N60 X200
N70 X300
N80 X400
N90 X500
N100 X600 G80
```

Твердый цикл сверления G81 будет впервые выполнен в конце блока N50 (после перемещения на расстояние X100) и потом в каждом следующем блоке. Последний цикл сверления будет выполнен в блоке N90 после перемещения на расстояние X500, потому что в блоке N100 уже запрограммирована отмена твердого цикла функцией G80. Обратите внимание на размещение функции вызова твердого цикла (здесь G81). Он не может находиться уже напр. в блоке N30 (выполнение параметров) или N40 (включение M3). Если бы была функция G81 напр. в блоке N30, будет выполнено сверление уже в этом блоке (на в последний раз установленном расстоянии X50) и следующее сверление в одинаковом положении X в блоке N40.

12.2 Примеры твердых циклов сверления для фрезеровки

Твердые циклы для фрезеровки поставляются производителем, но, не смотря на это, пользователь их может обработать, или создать следующие собственные. С выгодой можно использовать арифметику параметров, описанную в самостоятельном разделе.

В системах CNC8x6 (от версии 30.29) поставляются стандартные твердые циклы в файле **PCYKLYDG.NCP**. Старшая версия использует файл PEVNECYK.NCP или другой обработанный. Файл. Какие твердые циклы будет система использовать определено установкой параметра **\$17 в файле CNC836.KNF**, где введено **название файла с твердыми циклами**.

Если используется диалоговое создание партпрограммы и в нем выбор твердых циклов, рекомендовано использовать PCYKLYDG.NCP.

Описание твердых циклов из файла PCYKLYDG.NCP

Твердый цикл начинается в референционной плоскости RA. Глубина сверления выполняется в плоскости RB. Твердый цикл заканчивается в плоскости RC. Координаты референционных плоскостей RA, RB и RC должны быть запрограммированы в **абсолютных координатах**. Прирост глубины q для сверления глубоких дыр запрограммирован с приростом. Собственная программа выполнения твердых циклов в системе создана в параметрической форме. В партпрограмме, с которой соответствующий твердый цикл вызывается, должны быть декларированы координаты плоскостей, прирост для сверления глубоких дыр, временная задержка, размер сдвига и оборотов отдельными параметрами следующим способом:

Параметр	Описание
R26	Декларирует скорость сдвига (адрес F), который в рамках компьютера выполняется.
R27	Декларирует размер оборотов (адрес S) для данного компьютера (в соответствии с раньше заданной функцией M41 - M44)
R28	Декларирует прирост q для сверления с ополаскиванием (G83) и сверление с отламыванием стружек (G86)
R29	Декларирует размер временной задержки (функция Q)
R30	Декларирует координаты плоскости RA („откуда сверлить“)
R31	Декларирует координаты плоскости RB („куда сверлить“)
R32	Декларирует координаты плоскости RC („куда выехать“)

Рекомендации для введения параметров:

Во время введения параметров важно обратить внимание на влияние десятичного знака на величину параметра. Величина параметра, в общем, является номером без единицы. Размер приобретает после соединения с конкретным адресом. Если не указан десятичный знак, приобретает параметр Rxx=200 величину 200. Если будет величина 200 соединена с параметром, который определяет обороты, будет размер 200об./мин. Если будет величина 200 соединена с параметром, который определяет скорость сдвига, будет размер 200мм/мин., если будет величина 200 соединена с параметром, который определяет размер длины или положение, будет размер 200 микронов (внимание – ни в коем случае миллиметров!).

Запись самого десятичного знака можно себе представить как дополнение трех нулей к величине параметру. Rxx=200 бы, таким образом, обозначало 200000 оборотов, 200000 мм/мин. (=200 м/мин.) и 200000 микрометров (=200 мм).

С практической точки зрения тогда рекомендуется записать величину параметра для оборотов без десятичного знака, величину параметра для скорости или без этого знака, если хотим ввести величину в мм/мин. или с этим знаком, если хотим ввести величину в м/мин. и величину параметра для длины и положения с десятичным знаком, если более подходящим является вводить размеры в мм, чем в микронах.

Возможности введения параметров для твердых циклов приведены в следующей таблице.

Параметрический ввод	Возможности записи величины в параметр	Размер введенной величины	Пометка
FR26 (скорость)	R26=200	200 мм/мин.	Для миллиметрового сдвига (G94)
	R26=0.200	0,2 м/мин. (=200 мм/мин.)	Для миллиметрового сдвига (G94)
	R26=200	200 микронов/об.	Для сдвига оборотов (G95)
	R26=0.200	0,2 мм/об.	Для сдвига оборотов (G95)
SR27 (обороты)	R27=300	300 об./мин.	
	R27=0.300	300 об./мин.	
ZR28 (прирост)	R28=25.	25 мм	
	R28=25.0	25 мм	
	R28=25000	25000 микронов (=25 мм)	
QR29 (врем. длительность)	R29=250	250 * 10 мс = 2,5 с	Одна единица = 10 мс
	R29=0.250	250 * 10 мс = 2,5 с	
ZR30 (Плоскость)	R30=5. 5	5,5 мм	
	R30=5500	5500 микронов (=5,5 мм)	
ZR31 (Плоскость)	дт-то		
ZR32 (Плоскость)	дт-то		

Пометка:

Диалоговое введение твердых циклов устанавливает форматы ввода всех параметров в форму с десятичным знаком. Более подробно см. в разделе Создание диалога.

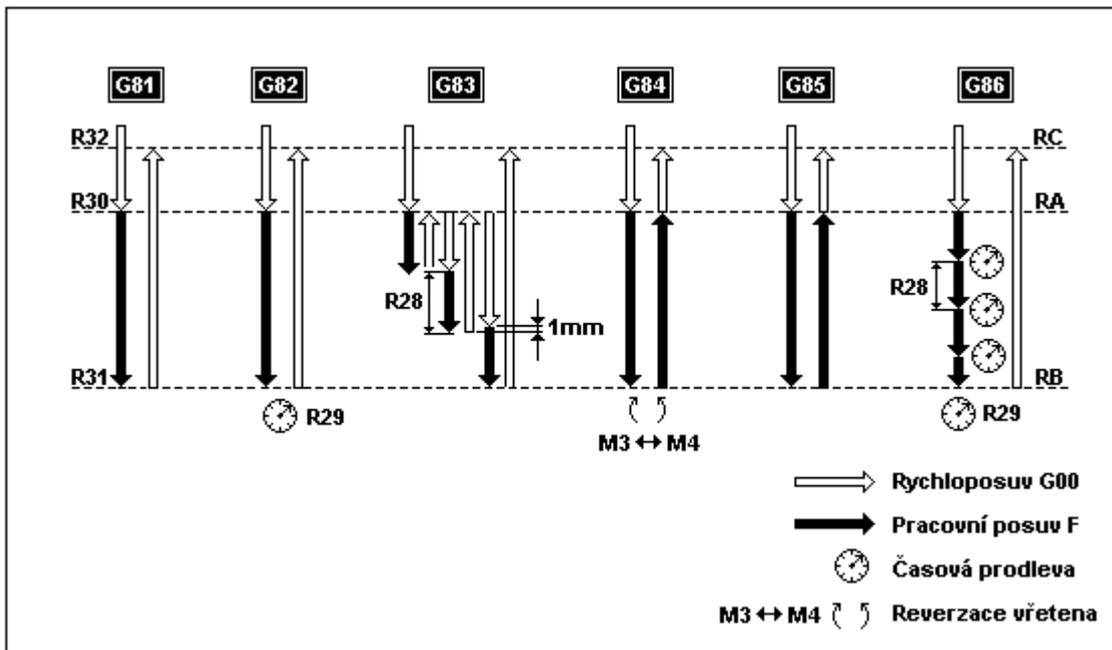
Пример использования твердого цикла:

(для твердого цикла G82 вводится сдвиг 460 мм/мин., 1000 об./мин., временная задержка 3 с. Сверление начинается с положения 5.0 мм до положения – 50.0 мм и после окончания выедет на расстояние 30.0. Всего сверлятся 3 дыры. Первая дыра в блоке N4 в положении X100. Это положение было установлено уже в блоке N1. Вторая дыра сверлится в положении X200 (перемещение в блоке N5 запрограммировано приростом G91 на 100 мм). Третья дыра сверлится в положении X300 (опять приростом на 100 далее). Программирование прироста G91 относится только к перемещению. В твердый цикл вводятся параметры плоскостей всегда абсолютно! До твердого цикла вводится S100 об./мин. Твердый цикл меняет обороты параметром R27) на 1000 об./мин. После окончания твердого цикла обороты возвращаются на S100 об./мин., т.е. перемещение между отдельными циклами сверления в блоках N5 и N6 будет выполнено при 100 об./мин.

```

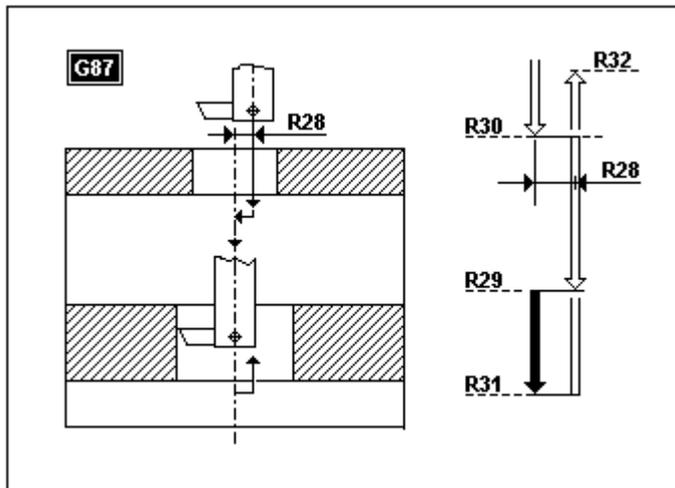
N1   G00  G90  X100.
N2   Z50.  S100 M43  M04
N3   R26=460 R27=1000 R29=300 R30=5. R31=-50. R32=30.
N4   G82
N5   G91  X100.
N6   X100.
N7   G90  Z500. M05  G80
    
```

Твердые циклы - файл PCYKLYDG.NCP



Быстрый сдвиг G00
 Рабочий сдвиг F
 Временная задержка
 Возвращение шпинделя

Твердый цикл G87 с „отскоком“ в оси Y



Извлечение твердых циклов сверления из файла PCYKLYDG.NCP, который использует также диалоговое создание партпрограмм.

Пометка 1: В диалоговое создание партпрограмм не включен твердый цикл G87.

Пометка 2: В системах может находиться актуализированное состояние файла с твердыми циклами.

```
" $PC - ТВЕРДЫЕ ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ ФРЕЗОЙ В ОСИ Z
" (Совместимая с диалоговой графикой от версии пульта 30.29)
" Дата ревизии: 20.2.2001 г.
"
" Пометка 1:
" В твердом цикле G84 используем для резки резьбы резьбовой
" головкой первоначально G94 (миллиметровый сдвиг)
" Если хотим использовать сдвиг оборотов, поменяем G94 на G95
"
" Пометка 2:
" Если хотим ввести скорость сдвига F и обороты S
" параметрически (R26 и R27) до вызова твердого цикла,
" отменим во всех твердых циклах FR26 и SR27 !
" Скорость F и обороты S потом вводятся до вызова цикла.
"
" Использованные параметры:
"
" R26 = Скорость сверления [мм/мин.]
" R27 = Обороты [об./мин.]
" R28 = Прирост сверления (или отскок в Y для G87)
" R29 = Временная задержка (1=10 мс) (или промежуточная плоскость RD для
G87)
" R30 = Плоскость RA (абсолютное положение откуда сверлить)
" R31 = Плоскость RB (абсолютное положение куда сверлить)
" R32 = Плоскость RC (абсолютное положение куда выехать после окончания
PC)
"
"-----
" Сверление без временной задержки
"-----
N1 G79 L81
N2 G00 G90 ZR30 FR26 SR27
N3 G01 ZR31
```

```

N4   G00 G70 ZR32
"-----
" Сверление с временной задержкой в конце дыры
"-----
N1   G79 L82
N2   G00 G90 ZR30 FR26 SR27
N3   G01      ZR31 G04 QR29
N4   G00      ZR32
N5   G70
"-----
" Сверление с ополаскиванием
"-----
N1   G79 L83
N10  FR26 SR27
      G27 R5=15313024      "if R31 > R30 then R24=73
      R6=07280028        "абс. величина прироста сверления
N20  GR24 L240
" Сверление в направлении минус
N40  G27 R5=00300029
      R6=00300025
      R24=1.000
N50  G26 R5=16312923      " if R31 >= R29 then R23 = 73 else 78
N60  GR23 L140
N70  ZR25 G00 G26 R5=02292829 " R29=R29-R28
N80  G26 R5=15293123      " if R31 > R29 then R23 = 73 else 78
N90  GR23 L110 Q9998      " Отскочит блок 100
N100 G27 R5=00310029      " R29=R31
      R6=00320030        " последнее сверл. - выедет по R32
N110 ZR29 G01
N120 ZR30 G00
N130 G26 R5=01292425 G73 L50 Q9998 " R25=R29+R24 (R24 = 1 мм)
N140 G70
" Сверление в направлении плюс
N240 G27 R5=00300029 R6=00300025 R24=1.000 "R30 -> R29
N250 G26 R5=18312923      " if31 <= R29 then R23 = 73 else 78
N260 GR23 L340
N270 ZR25 G00 G26 R5=01292829 " R29 = R29 + R28
N280 G26 R5=17293123      " if R31 < R29 then R23 = 73 else 78
N290 GR23 L310 Q9998      " Отскочит блок 300
N300 G27 R5=00310029      " R29 = R31
      R6=00320030        " последнее сверл.- выедет по R32
N310 ZR29 G01
N320 ZR30 G00
N330 G26 R5=02292425 G73 L250 Q9998 " R25 = R29 - R24 (R24 = 1 мм)
N340 G70
"-----
" Сверление с возвращением шпинделя (резьбовой головкой)
"-----
N1   G79 L84
N2   G00 G90 ZR30 FR26 SR27
      R08=4                " Вспомогательное для сравнения на M4
      R09=3                " Вспомогательное для сравнения на M3
      G26 R05=33100016      " Программа 10 - 16
      R10=49510220         " Запишет 2. группы M-fci в R20
      R11=20200900         " if R20=R09 (R20=M3?) then продолжать
      R12=00080007         " В R7 da M4
      R13=22000000         " Конец условия
      R14=20200800         " if R20=R08 (R20=M4?) then продолжай
      R15=00090007         " В R7 da M3
      R16=22000000         " Конец условия
N3   G01      ZR31 G94 M49 " G95 для сдвига оборотов

```

```

N4 MR07 ZR30 " возврат шпинделя (R07)
N5 G70 G00 ZR32
"-----
" Сверление и выезд рабочим сдвигом
"-----
N1 G79 L85
N2 G00 G90 ZR30 FR26 SR27
N3 G01 ZR31
N4 ZR30
N5 G70 G00 ZR32
"-----
" Сверление с отламливанием стружек с временной задержкой
"-----
N1 G79 L86
" Принимает решение о направлении сверления - if R30 > R31 - сверление в
минус
" - if R30 < R31 - сверление в плюс
" Приrost сверления вводится всегда положительно
"
N3 FR26 SR27
G27 R5=07280028 "абс. величина прироста сверления
R6=16313034 "if R31<R30 then скок
N4 GR34 L100
" направление в минус
N10 G00 G90 ZR30 "установит быстрым сдвигом плоскость RA
G26 R5=00300024 "R30 -> R24
N20 G27 R5=02242824 "R24=R24-R28 (в цикле вычитает приrost)
R6=15312423 "if R31>R24 then R23=73 else R23=78
N30 GR23 L60 "скок G73 или пустая инструкция G78
N40 G01 ZR24 G04 QR29 "сверлит по R24, потом временная задержка
N50 G73 L20 Q9998 "скок на блок N20
N60 ZR31
N70 G70 G00 ZR32
" Направление в плюс
"
N100 G00 G90 ZR30 "установит быстрым сдвигом плоскость RA
G26 R5=00300024 "R30 -> R24
N200 G27 R5=01242824 "R24=R24+R28 (в цикле прибавляет приrost)
R6=17312423 "if R31<R24 then R23=73 else R23=78
N300 GR23 L60 "скок G73 или пустая инструкция G78
N400 G01 ZR24 G04 QR29 "сверлит по R24, потом временная задержка
N500 G73 L200 Q9998 "скок на блок N200
N600 ZR31
N700 G70 G00 ZR32
"
"-----
" Сверление с отскоком в оси Y
"-----
" R28 = отскок в оси Y
" R29 = промежуточная плоскость RD
" остальные параметры одинаковы с остальными PC
"
N1 G79 L87
N2 G26 R5=49510224 "R24=запишет направление вращения шпинделя
G00 G90 ZR30 "Быстрым сдвигом на плоскость RA
N3 G26 R5=08280025 "R25=инверсная величина отскока R28
G91 YR28 "Отскок в оси Y вне оси сверления
M19 "Ориентированный стоп
N4 G90 ZR29 "Абсолютно на промежуточную плоскость RD
N5 G91 YR25 "Возврат в Y на ось сверления
N6 MR24 SR27 "Разгон оборотов шпинделя

```

```
N7 G01 G90 ZR31 FR26      "Сверление в плоскости RB
N8 M19                   "Ориентированный стоп
N9 G00 G91 YR28          "Отскок в оси Y
N10 G90 ZR32             "Выход в плоскости RC
N11 G70 G91 YR25         "Возврат в Y в ось сверления
```

```
"-----
" Пустой твердый цикл - для пользователя
"-----
```

```
N1 G79 L88
N2
N3 G70
```

```
"-----
" Пустой твердый цикл - для пользователя
"-----
```

```
N1 G79 L89
N2
N3 G70
*
```

12.3 Возможности обработки твердых циклов

Пользователь может поставленные твердые циклы обработать по необходимости или обычаем. Укажем некоторые возможности, с которыми мы столкнулись на практике. Некоторые пользователи хотят вводить скорость F и обороты S параметрически в твердом цикле (параметры R26 и R27), но хотят их ввести до вызова твердого цикла классическим программированием S и F. В этом случае достаточно из твердых циклов удалить все записи FR26 и SR27, как указано на примере твердого цикла G81:

Первоначальное состояние G81:

```
N1 G79 L81
N2 G00 G90 ZR30 FR26 SR27
N3 G01 ZR31
N4 G00 G70 ZR32
```

Обработанное состояние:

```
N1 G79 L81
N2 G00 G90 ZR30
N3 G01 ZR31
N4 G00 G70 ZR32
```

Следующие возможности можно использовать в твердом цикле G84 сдвиг оборотов (G95) вместо миллиметрового (G94), который обладает той выгодой, что можно менять обороты, если они не удовлетворяют условиям резки, хотя бы они меняли геометрические отношения во время резки резьбы. Эту выгоду, однако, до определенного уровня при G94 исключено использовать с головками для резки резьбы, которые могут своим отпружиниванием перенести разницу скорости сдвига и оборотов во время изменения оборотов. Изменение скорости %F заблокировано функцией M49.

Старшие типы твердых циклов не использовали плоскость RC для выезда из твердого цикла и заканчивали цикл в одинаковой плоскости, в которой цикл начался, т.е. в плоскости RA. Если бы у нас были готовые партпрограммы, которые плоскость RC не учитывают (не используют параметр R32), достаточно в твердых циклах заменить все ZR32 на ZR30.

Следующей возможностью является собственное создание твердого цикла, который не должен быть связан со сверлением, но возможно создать напр. твердый цикл для установки в положение для смены инструмента и его замены. В файле PCYKLYDG.NCP находятся для пользователя свободные циклы G88 и G89. Вы можете найти инспирацию в следующем примере:

```
N10 G79 L88
N20 G54 G0 G40 Z200. M5    ,, уедет в безопасное положение и остановит шпиндель
N30 G59 Y0                 ,, уедет в положение для смены, положение введено в сдвиге G59
N40 TR12                   ,, поиск инструмента, номер которого находится в параметре R12
N50 M06                    ,, выполнит смену инструмента
N60 G70
```

12.4 Твердые циклы для токарных станков

Для создания и использования твердых циклов для токарных станков действительны одинаковые принципы как для твердого цикла фрезы. Подробнее опишем некоторую разницу.

Для токарных станков поставляются три файла с твердыми циклами: PEVNECY4.NCP, PEVNECY5.NCP и PEVNECY6.NCP. Файлы PEVNECY5.NCP и PEVNECY6.NCP содержат более этого по сравнению с файлом PEVNECY4.NCP возможность переменной резьбы, причем PEVNECY5.NCP предназначен для использования среднего программирования и файл PEVNECY6.NCP для программирования радиуса.

Пометка:

Файл PEVNECY4.NCP должен быть редактирован „вручную“ по тому, если используется программирование радиуса или программирование диаметра. Первоначально установлен на программирование диаметра.

Строки, которые обрабатываются, имеют следующую форму:

R14=+01333333 " Для прогр. диаметра: R33=R33+R33 (01333333) !

Если хотим программирование радиуса, должны обработаться следующим способом:

R14=+00000000 " Для прогр. диаметра: R33=R33+R33 (01333333) !

Для ввода параметров действительны одинаковые принципы, касающиеся использования десятичного знака, как в случае циклов сверления для фрез. Это, более этого, касается напр. отламливанием стружек, которое вводится без десятичного знака (или с десятичным знаком, но вместо сотых и тысячных частей – см. ниже). Для токарных инструментов твердых циклов важен также знак для некоторых параметров, который показывает направление сдвига. В случае программирования диаметра параметры, определяющие размеры в оси X, будут запрограммированы в среднем (напр. также толщина стружек!).

В случаях эти возможности обозначены следующим способом:

(+/-) Знак определяет направление

(Ø) Величина диаметра

12.5 Примеры твердых циклов для токарных инструментов

12.5.1 Продольная черновая обработка - G81

Использованные параметры:

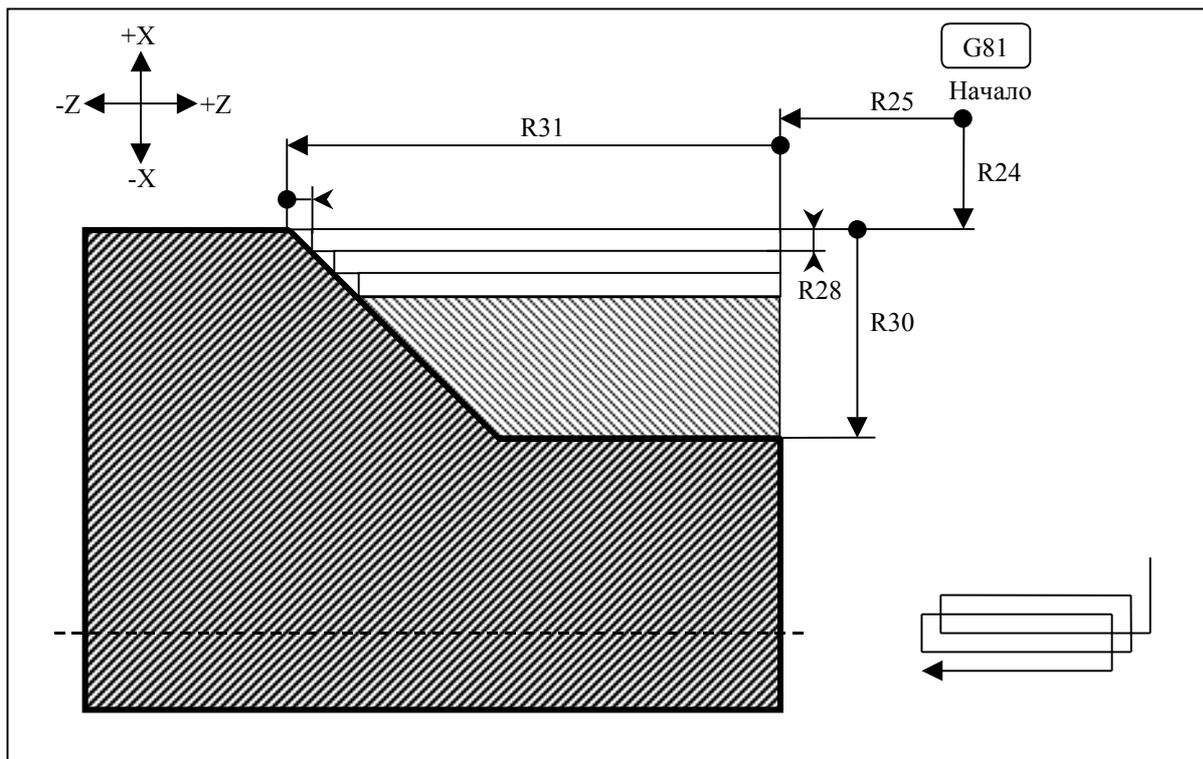
R24	(+/-)	(Ø)	Сколько мм до обрабатываемого полуфабриката в оси X, где начинается твердый цикл
R25	(+/-)		Сколько мм до торцевой части в оси Z, где начинается твердый цикл
R26			Скорость сдвига
R27			Количество повторяемых переездов по окончательной траектории (очистка)
R28		(Ø)	Толщина стружки в мм
R29	(+/-)		Сокращение расстояния Z на одну стружку
R30	(+/-)	(Ø)	Размер области черновой обработки в оси X
R31	(+/-)		Размер области черновой обработки в оси Z

Символ (+/-) в таблице обозначает, что указанный размер знаком определяет направление. Символ (Ø) в таблице обозначает, что указанный размер во время программирования диаметра программируется величиной диаметра и во время программирования радиуса радиусом.

Черновую обработку можно использовать во всех четырех зеркальных плоскостях. Плоскости черновой

обработки определены знаками параметров R30 и R31. Знаки параметров R24, R25 и R29 также зависят от использованной плоскости черновой обработки. Можно сказать, что все эти параметры (R24, R25, R29, R30, R31) запрограммированы приростом с учетом начальной точки, аналогично как это было для адресов I и J во время программирования окружности.

На рисунке указан пример черновой обработки, в котором предполагается, что параметры R24, R25, R30, R31 обладают отрицательными величинами.



Продольная черновая обработка G81 с очисткой (программирование диаметра)

Извлечение твердого цикла G81 из файла PEVNECY5.NCP

```
" ПРОДОЛЬНАЯ ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА - G81
N1 G79 L81
N2 G90 G24 " Абсолютно
    R00=+0
    R01=+1
    R02=+15113010 " Модификация инструкции сравнения
    R03=+17113010

G26 R05=+33070021 " PROGRAM 7 - 21

    R07=+00280039 " Запись R39=R28
    R08=+00800085 " Запись R35,R36=R30,R31
    R09=+31300000 " IF R30<R00 THEN
    R10=+00020003 " R03=R02
    R11=+08280028 " R28=-R28
    R12=+22000000 " ENDIF
    R13=+26010283 " Наполнение X прогр. до R33, Z прогр. до R34
    R14=+01333333 " Для среднего прогр: R33=R33+R33 (01333333)
    R15=+01332445 " R45=R33+R24
    R16=+01453030 " R30=R45+R30
    R17=+01452811 " R11=R45+R28 (первая стружка)
    R18=+01342538 " R38=R34+R25
    R19=+01383131 " R31=R38+R31
```

```

R20=+00310044      " R44=R31 (запись для очистки)
R21=+00330037      " R37=R33

N50 G00 FR26        XR11 " Перемещается в X на размер
    G26 R05=+01312931   " R31=R31+R29 Сокращение
N6  G01              ZR31 " Стружка
    G27 R05=+00370009   " R09=R37
    R06=+00030007      " R07=R03 (модифицированная инструкция)
N7  XR09            " Выезд в X
    G29 R05=+00110037   " Копирование R11 в R37
    R06=+01112811     " R11=R11+R28 (следующая стружка)
    R08=+00340009     " Если R11 > R30 потом R10=73 иначе R10 = 78
N8  G00              ZR09 " Возврат в Z
    GR10 L50 Q9998     " Условный скачок на блок N50

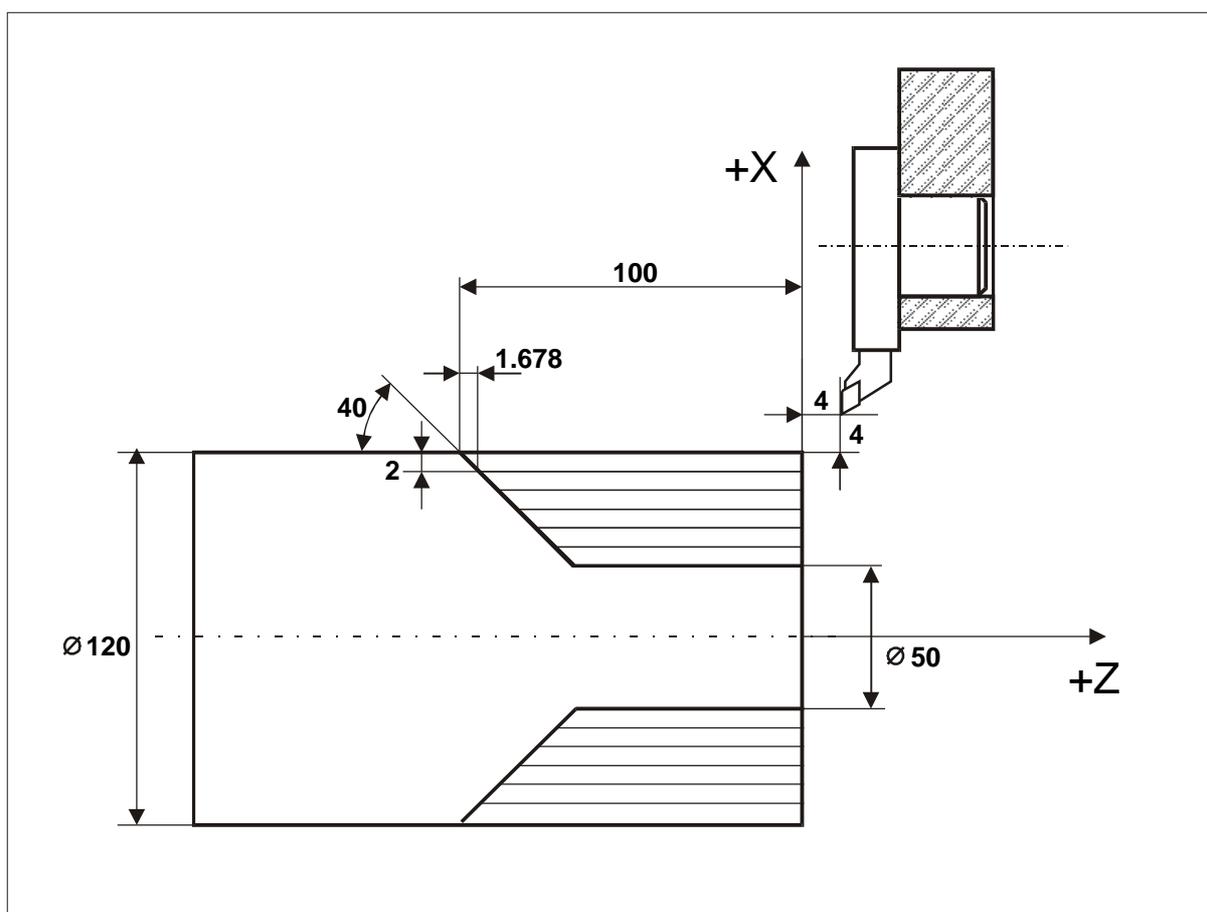
N10 G29 R05=+02464646 " R46=0
    R06=+19274610     " Если R27=R46(0) потом R10=73 иначе R10=78
    R07=+07350040     " R40=abs(R35) (R30)
    R08=+00270047     " R47=R27
N11 GR10 L30 Q9998   " Скачок, если нет очистки
    G28 R05=+03294090   " R40,41=R29.R40
    R06=+04903940     " R40=R40,41/39 (28)
    R07=+01444009     " R09=R44+R40
N12 G00 FR26        XR30 " Перемещается в X до последнего размера
    G26 R05=+00440011   " R11=R44
N13 G01              ZR09 " Очистка стружки
    G26 R05=+00450010   " R10=R45
N14 XR10            ZR11 " Цело
    G26 R05=+00330010   " R10=R33
N15 XR10            "
    G28 R05=+00340010   " R10=R34
    R06=+02470147     " R47=R47-R01 декремент
    R07=+15474611     " Если R47>R46(0) потом R11=73 иначе R11=78
N16 G00              ZR10 " Возврат в Z
    GR11 L12 Q9998
N17 G70

N30 G00 FR26        XR30 " Перемещается в X до последнего размера
    G26 R05=+01312931   " R31=R31+R29 Сокращение
N31 G01              ZR31 " Последняя стружка
    G26 R05=+00330009   " R09=R33
N32 XR09            " Возврат в X
    G26 R05=+00340009   " R09=R34
N33 G00              ZR09 " Возврат в Z
N35 G70
"

```

12.5.2 Пример использования твердого цикла G81 для продольной черновой обработки

На следующем рисунке находится чертеж с размерами частей. Указанный пример программы предполагает программирование диаметром, система координат по рисунку (положительное направление оси X наверх, Z направо). Исходная точка твердого цикла изображает координаты ножа токарного станка.



Программа для черновой обработки была бы записана следующим способом:

```

N10 G54 &1100 D1 T1 M3 S500      "Главное предложение
N20 X0 Z300
N30 X128 Z4          " Установка в исходное положение
N40 R24= -8.000      " Сколько мм до обраб. полуфабриката в X, (знак = направление)
      R25= -4.000      " Сколько мм до обраб. полуфабриката в Z, (знак = направление)
      R26=200          " Скорость сдвига
      R27=0.002        " Количество повторяемых переездов по окончательной траектории
      R28=4.000        " Толщина стружки в мм
      R29=1.678        " Сокращение расстояния Z на одну стружку (знак = направление)
      R30= -70.000     " Размер черновой обработки в оси X, (знак = направление)
      R31= -100.000    " Размер черновой обработки в оси Z, (знак = направление)
G81
N50 G80
N60 M30
    
```

Пометка:

В случае среднего программирования размеры в X программируются значением диаметра. Толщина стружки 2 мм, поэтому программируется R28=4.0, аналогично еще параметрически R24 и R30.

В случае программирования радиуса указанные параметры программируются радиусом, т.е. были бы в два раза меньше, чем в указанном примере (R28=2.0).

Указанным способом программируются также остальные твердые циклы для токарных станков.

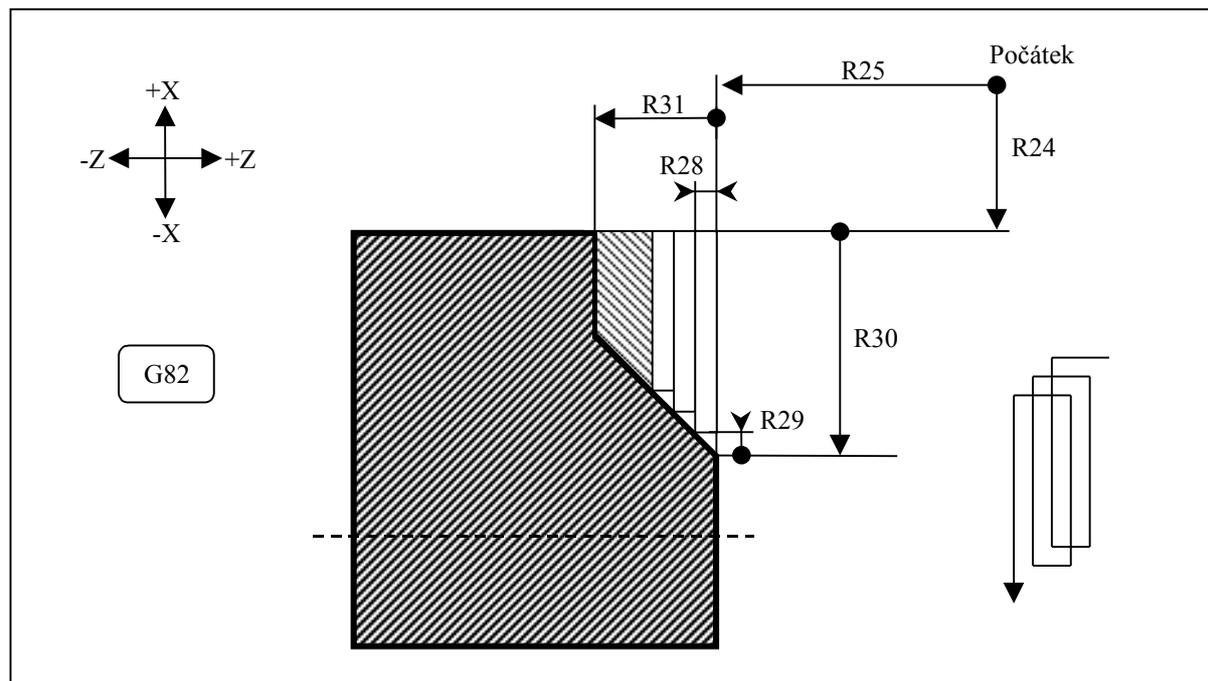
12.5.3 Поперечная черновая обработка - G82

Использованные параметры:

R24	(+/-)	(Ø)	Сколько мм до обрабатываемого полуфабриката в оси X, где начинается твердый цикл
R25	(+/-)		Сколько мм до торцевой части в оси Z, где начинается твердый цикл
R26			Скорость сдвига
R27			Количество повторяемых переездов по окончательной траектории (очистка)
R28		(Ø)	Толщина стружки в мм
R29	(+/-)		Сокращение расстояния X на одну стружку
R30	(+/-)	(Ø)	Размер области черновой обработки в оси X
R31	(+/-)		Размер области черновой обработки в оси Z

Черновую обработку можно использовать во всех четырех зеркальных плоскостях. Плоскости черновой обработки обозначены знаками параметров R30 и R31. Знаки параметров R24, R25 и R29 также зависят от использованной плоскости черновой обработки. Можно сказать, что все эти параметры (R24, R25, R29, R30, R31) запрограммированы приростом с учетом начальной точки, аналогично как это для адресов I и J во время программирования окружности.

На рисунке указан пример черновой обработки, в котором предполагается, что параметры R24, R25, R30, R31 обладают отрицательными величинами.



Поперечная черновая обработка G82 с очисткой (программирование диаметра)

Извлечение твердого цикла G82 из файла PEVNECY5.NCP

```

"
N1    G79    L82
N2    G90    G24                " Абсолютно
      R00=+0
      R01=+1
      R02=+15113110           " Модификация инструкции сравнения
      R03=+17113110

      G26    R05=+33070021      " PROGARM 7 - 21

      R07=+00280039           " Запись R39=R28
      R08=+00800085           " Запись R35,R36=R30,R31
      R09=+31310000           " IF R31<R00 THEN
      R10=+00020003           "     R03=R02
      R11=+08280028           "     R28=-R28
      R12=+22000000           " ENDIF
      R13=+26010283           " Запишет X прогр. в R33 и Z прогр. в R34
      R14=+01333333           " Для прогр. диаметра: R33=R33+R33 (01333333) !
      R15=+01342545           " R45=R34+R25
      R16=+01453131           " R31=R45+R31
      R17=+01452811           " R11=R45+R28 (первая заноза)
      R18=+01332438           " R38=R33+R24
      R19=+01383030           " R30=R38+R30
      R20=+00300044           " R44=R30 запись для очистки
      R21=+00340037           " R37=R34

N50   G01    FR26              ZR11 " Перемещается в Z на размер
      G26    R05=+01302930      " Сокращение R30=R30+R29
N6    G27    R05=+00370009      XR30 " Стружка
      R06=+00030007           " R09=R37
N7    G29    R05=+00110037      ZR09 " R07=R03 (модифицированная инструкция)
      R06=+01112811           " Выезд в Z
      R08=+00330009           " R37=R11
N8    G00    XR09              " R11=R11+R28 (следующая стружка)
      GR10   L50    Q9999       " Если R11 > R31 потом R10=73 иначе R10 = 78
      R09=+00330009           " R09=R33
      XR09   " Возврат в X
      Q9999 " Условный скачок на блок N50

N10   G29    R05=+02464646      " R46=0
      R06=+19274610           " Если R27 = R46(0) потом R10=73 иначе R10 = 78
      R07=+07360040           " R40=abs(R36) (R31)
      R08=+00270047           " R47=R27
N11   GR10   L30    Q9999       " Скачок, если нет очистки
      G28    R05=+03294090      " R40,41=R29.R40
      R06=+04903940           " R40=R40,41/39 (28)
      R07=+01444009           " R09=R44+R40
N12   G01    FR26              ZR31 " Перемещается в Z на последнее расстояние
      G26    R05=+00440011      " R11=R44
N13   G26    R05=+00450010      XR09 " Очистка стружки
N14   G26    R05=+00450010      ZR10 XR11 " Торцевая часть
      R05=+00330010           " R10=R33
N15   G28    R05=+00340010      ZR10 " R10=R34

```

```

R06=+02470147      " R47=R47-R01 декремент
R07=+15474611      " Если R47 > R46(0) потом R11=73 иначе R11 = 78
N16  G00           XR10  " Возврат в X
      GR11  L12    Q9999  " Условное повторение
N17  G70           " Конец

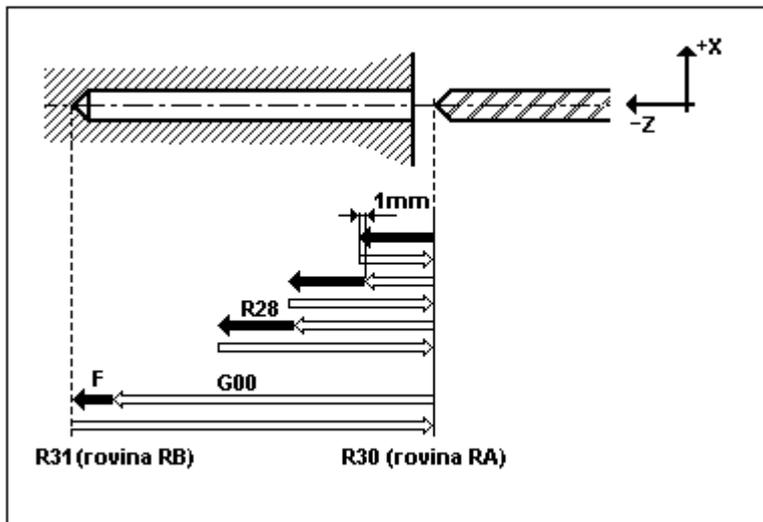
N30  G01  FR26     ZR31  " Перемещается в Z на последнее расстояние
      G26  R05=+01302930  " R30=R30+R29 Сокращение
N31  G26  R05=+00340009  XR30  " Последняя стружка
      " R09=R34
N32  G26  R05=+00340009  ZR09  " Возврат в Z
      " R09=R34
N33  G00           XR09  " Возврат в X
N35  G70           " Конец
"
"
"
    
```

12.5.4 Сверление глубоких дыр - G83

Использованные параметры:

R26		Скорость сдвига
R27		Величина оборотов (адрес S) в соответствии со степенью переноса
R28		Прирост сверления - q
R29		Не использован
R30	(+/-)	Декларирует координату плоскости RA
R31	(+/-)	Декларирует координату плоскости RB

На рисунке указан пример цикла G83:



R31 (плоскость RB) R30 (плоскость RA)

```

Извлечение из твердого цикла G83 из файла PEVNESY5.NCP
"
" СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ДЫР С ОПОЛАСКИВАНИЕМ - G83
"
"
N1 G79 L83
" СВЕРЛЕНИЕ В ОСИ Z В НАПРАВЛЕНИИ МИНУС
"
N210 G26 R5=15313024 "IF R31 > R30 THEN R24=73 (СВЕРЛЕНИЕ В
НАПРАВЛЕНИИ ПЛЮС)
N220 GR24 L240
"
N40 G27 R5=00300029 R6=00300025 R24=1.000
N50 G26 R5=16312923 " IF R31>=R29 then R23=73 else 78
N60 GR23 L140
N70 ZR25 G00 G26 R5=02292829 " R29 = R29 - R28
N80 G26 R5=15293123 " IF R31>R29 then R23=73 else 78
N90 GR23 L110 Q9998 " Перескочит блок 10

N100 G26 R5=00310029 " R29 = R31
N110 ZR29 G01 FR26 " сверлит рабочей скоростью
N120 ZR30 G00 " быстрым сдвигом уедет в плоскость
RA
N130 G26 R5=01292425 G73 L50 Q9998 " R25 = R29 + R24 (R24 = 1 мм)
N140 G70
"
" СВЕРЛЕНИЕ В ОСИ Z В НАПРАВЛЕНИИ ПЛЮС
"
N240 G27 R5=00300029 R6=00300025 R24=1.000 "R30 -> R29
N250 G26 R5=18312923 " IF R31 <= R29 then R23 = 73 else
78
N260 GR23 L340
N270 ZR25 G00 G26 R5=01292829 " R29 = R29 + R28
N280 G26 R5=17293123 " IF R31 < R29 then R23 = 73 else 78
N290 GR23 L310 Q9998 " Перескочит блок 300

N300 G26 R5=00310029 " R29 = R31
N310 ZR29 G01 FR26 " сверлит рабочей скоростью
N320 ZR30 G00 " быстрым сдвигом уедет в плоскость
RA
N330 G26 R5=02292425 G73 L250 Q9998 " R25 = R29 - R24 (R24 = 1 мм)
N340 G70
"
"

```

12.5.5 Резка резьбы на цилиндрической плоскости - G84

Использованные параметры:

R19		Сколько материала оставить в случае переменной черновой обработки резьбы на ее стене (напр. 0.05 мм). Этот прирост отнимется во время последнего прохождения согласно параметру R21
R20		Имеет значение только для переменной резки резьбы: Для метрической резьбы вводится R20=0 (или 60 градусов). Для резьбы Витворта вводится R20=55 (градусов) Для трапециoidalной резьбы вводится R20=30 (градусов) Другие величины, чем здесь указанные, также выполняют метрическую резьбу. Пометка: Пока установлена только метрическая резьба !!!

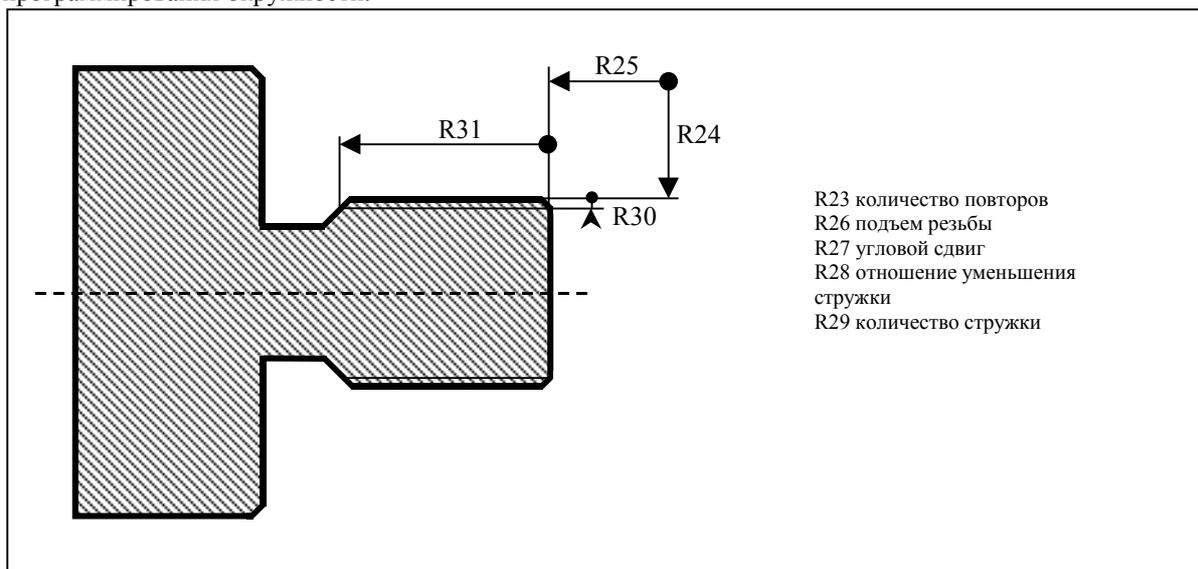
R21			Способ резки резьбы (0=в оси угла резьбы, другие чем ноль=переменная, номер указывает сколько стружек до конца перескочить с переменной)
R22			Для резьбы без выезда не использован
R23			Количество повторяемых переездов по окончательной траектории
R24	(+/-)	(Ø)	Сколько мм до обрабатываемого полуфабриката в оси X начинает РС – знак определяет направление
R25	(+/-)		Сколько мм до торцевой части в оси Z начинает РС – знак определяет направление
R26			Шаг резьбы
R27			Угловой сдвиг начала резки резьбы
R28			Во сколько раз следующая стружка меньше, чем предыдущая (коэффициент < 1), рекомендованная величина коэффициента 0.8
R29			Количество стружки, которыми должна быть резьба вырезана Пометка: в случае переменной резки резьбы под одной стружкой подразумеваются два прохода на одинаковой глубине резьбы !!!
R30	(+/-)	(Ø)	Глубина резьбы в оси X – знак определяет направление
R31	(+/-)		Длина резьбы в оси Z – знак определяет направление

Пометка: Параметры R19 и R20 необходимы только для переменной резки резьбы (R21 не = 0).

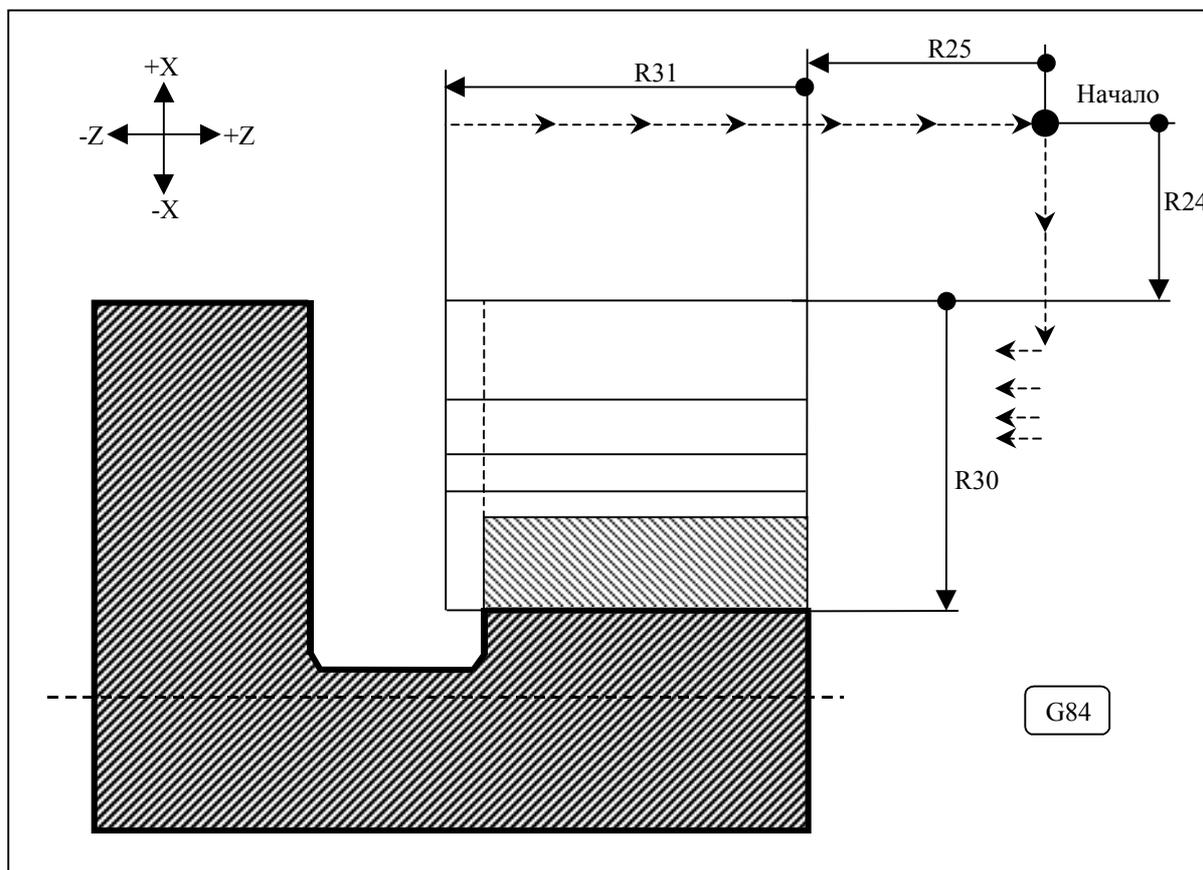
Параметр R28 (коэффициент) определяет на сколько раз следующая стружка меньше предыдущей стружки во время резки резьбы. Стружки во время резки резьбы постепенно уменьшаются по этой константе и создают геометрический ряд с коэффициентом меньше, чем один. Например, в случае толщины стружки 0,5 мм и коэффициенте 0,8 будут следующей толщины:

$$\begin{aligned}
 &0,5 \text{ мм} \\
 0,50 \cdot 0,8 &= 0,4 \text{ мм} \\
 0,40 \cdot 0,8 &= 0,32 \text{ мм} \\
 0,32 \cdot 0,8 &= 0,256 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Резку резьбы можно использовать во всех четырех зеркальных плоскостях. Плоскости резки резьбы определены знаками параметров R30 и R31. Знаки параметров R24, R25 также зависят от использованной плоскости резки резьбы. Можно сказать, что все эти параметры (R24, R25, R30, R31) запрограммированы приростом с учетом начальной точки аналогично как это указано в адресах I и J во время программирования окружности.



На рисунке указан пример резки резьбы, в котором предполагается, что параметры R24, R25, R30, R31 обладают отрицательным значением:



Резка резьбы на цилиндрической плоскости (программирование диаметра)

" РЕЗКА РЕЗЬБЫ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЛОСКОСТИ - G84

"

N1 G79 L84

N2 R00=0 R22=0

" Для резьбы без выезда обеспечит 0

G28 R05=+19210002

" IF R21=0 THEN R02=73 else R02=78

R06=00190047

" R19 -> R47 (прирост нужен только для переменного)

R07=00260048

" в R48 ненулевая величина как признак перемены

N3 GR02 L5

" если резка в оси, потом скачок на N5

" -----

" ПЕРЕМЕННАЯ РЕЗКА

" -----

N28 G90 G24 FR26

" Абсолютно

R00=+0

" R00=0

R01=+1

" R01=1

R02=-2

" R02=-2

R03=+2.000

" Вспомогательная во время разделения на 2

G26 R05=+33060020

" Программа 06-20

R06=+00300044

" Запись глубины резьбы в R44

R07=+23290039

" R39=реал (R29)

R08=+28283940

" R40=сумма геометрического ряда, коэффициент R28

R09=+07300039

" R39=абс (R30)

R10=+04394040

" R40=R39/R40 = 1. шип

R11=+31300000

" IF R30<R00 THEN

R12=+08400040

" R40=-R40

```

R13=+22000000 " ENDIF
R14=+26010283 " Запись X прогр. в R33 и Z прогр. в R34
R15=+01333333 " Для среднего прогр.: R33=R33+R33 (01333333) !
R16=+00800085 " Запись R35,36=R30,31
R17=+01332411 " R11=R33+R24
R18=+01113030 " R30=R11+R30 окончательный размер
R19=+01114011 " R11=R11+R40 (первая стружка)
R20=+01342538 " R38=R34+R25
N30 G29 R05=+01383131 " R31=R38+R31
R06=+01022910 " R10=R02+R29 (количество повторов)
R07=+04260337 " R37=R26/R03: подъем/2
R08=+00400046 " R40 -> R46 стружку будет считывать в R46

N40 R18=34.000 " Константа для образца метрическая резьба.
R20=69999.999 " Только для сравнения, чтобы впервые рассчитать
сдвиг
G29 R05=+02102121 " R21=R10-R21, R21 это счетчик переменного хода
R06=+01210121 " R21=R21+R01 увеличение на 1
R07=+01210121 " R21=R21+R01 больше еще на 1
R08=+03182641 " (34 x S) в параметре R41 (для образца)
"
"-----
"----- Первый проход резьбы -----
"-----
" Рассчитает сдвиг P в оси Z для метрической резьбы согласно формуле:
" P = сдвиг, S = подъем, T = глубина стружки
" Пометка: 34 x S не меняется и подсчитано заранее в R41
" P=((34 x S) - (55.426 x T))/96

N55 R17=96.000 " Константа для формулы метрическая резьба.
R18=34.000 " Константа для формулы метрическая резьба.
R19=55.426 " Константа для формулы метрическая резьба.
R32=-1 " Прогр. радиуса R32= 0 !!!
" Прогр. диаметра R32=-1 (бинарный сдвиг направо)

G29 R05=09463242 " Во время среднего прогр. разделяет стружку на 2
(бинарный сдвиг)
R06=03194245 " (55.426 x T) в параметр R45
R07=07450045 " Абсолютная величина R45 (всегда положительный)
R08=02414543 " ((34 x S) - (55.426 x T)) в R43

N56 G29 R05=21002018 " R20 другое, чем 0? (сдвиг не 0 ?)
R06=04431720 " ДА: ((34 x S) - (55.426 x T))/96 в R20
R07=22000000 " Конец условия

" В R20 находится рассчитанный сдвиг, от сдвига вычитается еще случайный
прирост
" Или в R20 уже находится 0.

N57 G28 R05=+02204703 " Вычитает еще черновую обработку прирост и
запишет в R03
R06=+00030044 " R03 записано еще в R44
R07=+02340303 " от запрограммированной величины вычитается
сдвиг

N60 G00 XR11 ZR03 " Перемещается в X и Z на размер
G27 R05=+00330009 " R33 -> R09
R06=+00230039 " R23 -> R39 количество по одинаковой траектории
" N61/ G73 L70 Q9998

```

```

" N62 M0
N70 G33 IR27 ZR31 " G33 резка резьбы
N80 G00 XR09 " Выезд в X
      G26 R05=+00340009 " R34 -> R09, Начальный размер в Z
N90 G00 ZR09 " Возврат в Z
      G28 R05=+00440003 " Выберет записанное R44 (сдвиг) и запишет в R03
      R06=+01340303 " R03 = R34 + R03 ... прогр. величина + сдвиг
      R07=+19480008 " if R48 = 0 then G73 else G78 в R08

N110 GR08 L160 Q9998 " (если признак = 0, уже не делает второй проход)
"-----
" Второй проход на одинаковой глубине X, сдвинуты во вторую сторону резьбы
"-----
N120 G00 XR11 ZR03 " Перемещается в X и Z на расстояние
N130 G33 IR27 ZR31 " G33 - резка резьбы
      G26 R05=00330009 " R09=R33
N150 G00 XR09 " Выедет в оси X
N160 G26 R05=+33120017 " ПРОГРАММА ОТ R12 ДО R17
      R12=+03402840 " R40=R40xR28 - умножение на коэффициент
      R13=+01404646 " стружка записывается в R46
      R14=+01114011 " R11=R11+R40 (следующая стружка)
      R15=+00340009 " R09=R34
      R16=+02210121 " R21=R21-R01, уменьшит счетчик ходов на 1
      R17=+15210008 " if R21 > 0 then G73 else G78 do R08
N180 GR08 L200 Q9998 " счетчик > 0 потом скачок на N200
N185 G26 R05=19480008 " признак перемены в R48 уже = 0 ?
N186 GR08 L200 Q9998 " ДА, потом скачок на N200

N190 G28 R05=+00000048 " Обнулит признак перемены в R48
      R06=+00000020 " Обнулит R20 (рассчитанный сдвиг)
      R07=+00000047 " Обнулит R47 (прирост черновой обработки)
N200 G00 ZR09 " Возврат в Z
      G73 L55 QR10 " Условный скачок на блок N55
N210 G00 FR26 XR30 " Перемещается в X на последнее расстояние
      G27 R05=+00330009 " R09=R33
      R06=+02390139 " R39=R39-R01
N220 G33 IR27 ZR31 " G33 Резка резьбы на расстояние
N230 G00 XR09 " Возврат в X
      G27 R05=+00340009 " R09=R34
      R06=+16390010 " IF R39 >= R00 THEN R10=73 ELSE R10=78
N240 G00 ZR09 " Возврат в Z
      GR10 L210 Q9998 " Условный скачок
N250 G70 " Конец
"-----
" РЕЗКА В ОСИ
"-----
N5 G90 G24 FR26 " Абсолютно
      R00=+0 " R00=0
      R01=+1 " R01=1
      R02=-2 " R02=-2

      G26 R05=+33060021 " Программа 06-21
      R06=+23290039 " R39=реал(R29)
      R07=+28283940 " R40=сумма геометрического ряда, коэффициент
                       R28
      R08=+07300039 " R39=abs(R30)
      R09=+04394040 " R40=R39/R40 = 1. шип
      R10=+31300000 " IF R30<R00 THEN
      R11=+08400040 " R40=-R40
      R12=+22000000 " ENDIF
      R13=+26010283 " Запишет X прогр. в R33 и Z прогр. в R34

```

```

R14=+01333333      " Для среднего прогн: R33=R33+R33 (01333333)
!
R15=+00800085      " Запись R35,36=R30,31
R16=+01332411      " R11=R33+R24
R17=+01113030      " R30=R11+R30 окончечный размер
R18=+01114011      " R11=R11+R40 (первая стружка)
R19=+01342538      " R38=R34+R25
R20=+01383131      " R31=R38+R31
R21=+01022910      " R10=R02+R29 (количество повторов)

N50 G00 XR11        " Перемещение в X на расстояние
      G27 R05=+00330009 " R09=R33
      R06=+00230039    " R39=R23 количество по одинаковой траектории
"N51/G73 L6 Q9998
"N52 M0
N6 G33 IR27         ZR31 " G33 Резка резьбы
N7 G00              XR09 " Выезд в X
      G28 R05=+03402840 " R40=R40.R28 - умножение на коэффициент
      R06=+01114011    " R11=R11+R40 (следующая стружка)
      R07=+00340009    " R09=R34
N8 G00              ZR09 " Возврат в Z
      G73 L50 QR10     " Условный скачок на блок N50
N9 G00 FR26         XR30 " Перемещается в X на последнее расстояние
      G27 R05=+00330009 " R09=R33
      R06=+02390139    " R39=R39-R01
N10 G33 IR27        ZR31 " G33 Резка резьбы по расстоянию
N11 G00             XR09 " Возврат в X
      G27 R05=+00340009 " R09=R34
      R06=+16390010    " IF R39>=R00 THEN R10=73 ELSE R10=78
N12 G00             ZR09 " Возврат в Z
      GR10 L9 Q9998    " Условный скачок
N13 G70             " Конец
    
```

12.5.6 Резка резьбы на цилиндрической плоскости с выездом - G85

Использованные параметры:

R04			Угол выезда из резьбы – описание параметра см. раздел резка резьбы !!!
R19			Сколько материала оставить в случае переменной черновой обработки резьбы на стене резьбы (напр. .0.05 мм). Этот прирост отнимется во время последнего п-прохода согласно параметру R21
R20			Имеет значение только для переменной резки резьбы: Для метрической резьбы вводится R20=0 (или 60 градусов). Для резьбы Витворта вводится R20=55 (градусов) Для трапеционной резьбы вводится R20=30 (градусов) Другие величины, чем здесь указанные, выполняют также метрическую резьбу. Пометка: Пока установлена только метрическая резьба!!!
R21			Способ резки резьбы (0=в оси угла резьбы, другие чем ноль = переменная, номер указывает сколько стружек до конца закончить с переменной)
R22			Длина выезда
R23			Количество повторяемых переездов по окончательной траектории
R24	(+/-)	(Ø)	Сколько мм до обрабатываемого полуфабриката в оси X начинает РС – знак определяет направление
R25	(+/-)		Сколько мм до торцевой части в оси Z начинает РС – знак определяет направление
R26			Подъем резьбы
R27			Угловой сдвиг начала резки резьбы
R28			Во сколько раз последующая стружка меньше, чем предшествующая (коэффициент < 1), рекомендованная величина коэффициента 0.8
R29			Количество стружек, которыми должна быть резьба вырезана

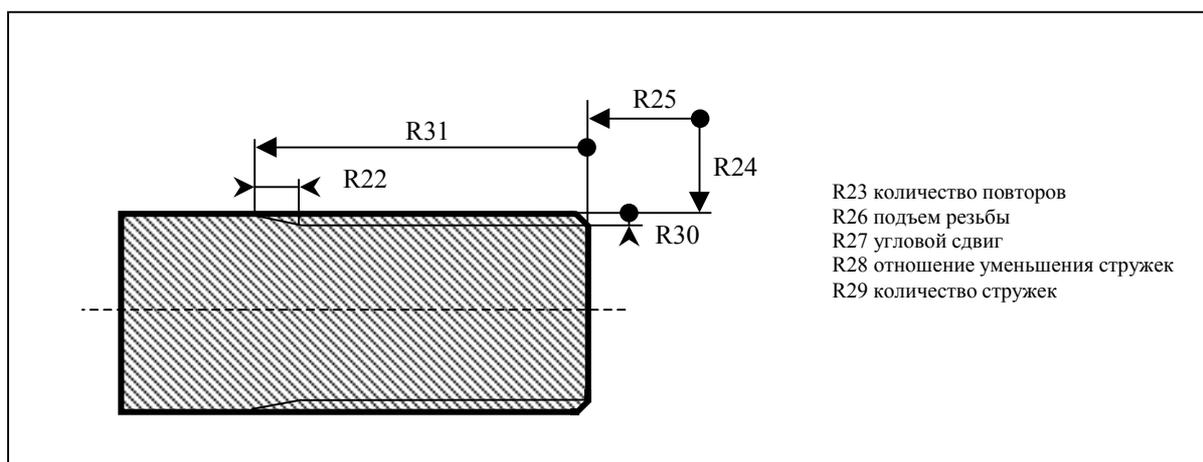
			Пометка: во время переменной резки резьбы под одной стружкой понимаются два прохода на одинаковой глубине резьбы !!!
R30	(+/-)	(Ø)	Глубина резьбы в оси X – знак определяет направление
R31	(+/-)		Длина резьбы в оси Z – знак определяет направление

Параметр R28 – см. описание G84

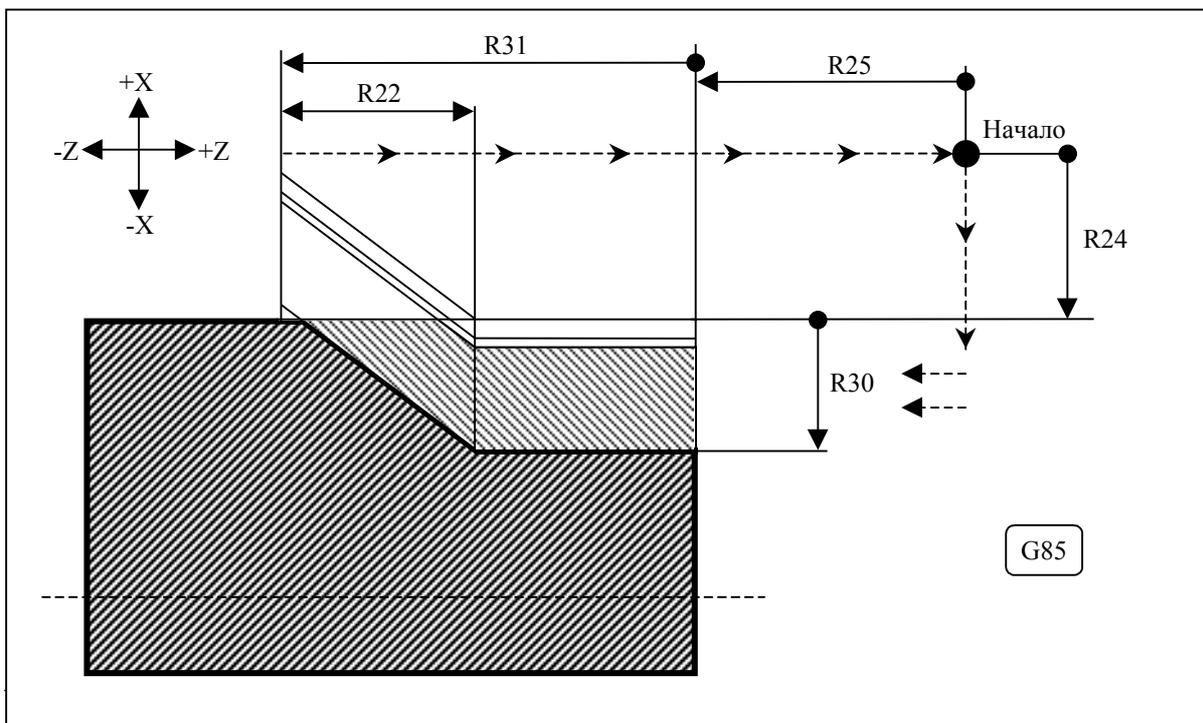
Параметр R22 определяет длину выезда (положительный номер). Общая длина резьбы определена параметром R31, включая длину выезда.

Угол выезда определен или машинной константой номер 8 (файл TAB0.REK) или параметром, номер которого указан в этой машинной константе. Подробности см. раздел РЕЗКА РЕЗЬБЫ. Длина выезда должна быть определена таким способом, чтобы во время последней резки резьбы хода выехал нож над материалом.

Резку резьбы можно использовать во всех четырех зеркальных плоскостях. Плоскости резки резьбы определены знаками параметров R30 и R31. Знаки параметров R24, R25 также зависят от использованной плоскости резки резьбы. Можно сказать, что все эти параметры (R24, R25, R30, R31) запрограммированы приростом с учетом начальной точки аналогично как этому было в адресах I и J во время программирования окружности.



На рисунке указан пример резки резьбы с выходом, в котором предполагается, что параметры R24, R25, R30, R31 обладают отрицательными величинами.



Резка резьбы на цилиндрической плоскости с выездом

```

" РЕЗКА РЕЗЬБЫ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЛОСКОСТИ С ВЫЕЗДОМ - G85
"
N1  G79  L85
N2  G28  R05=+19210002 " IF R21=0 THEN R02=73 else R02=78
      R06=00190047    " R19 -> R47 (прирост нужен только для переменной)
      R07=00260048    " в R48 не нулевая величина как признак перемены
      R00=0
N3  GR02 L5          " если резка в оси, потом скачок на N5
" -----
" ПЕРЕМЕННАЯ РЕЗКА
" -----
N28  G90  G24  FR26    " Абсолютно
      R00=+0          " R00=0
      R01=+1          " R01=1
      R02=-2          " R02=-2
      R03=+2.000     " Вспомогательная для разделения на 2

      G26  R05=+33060020 " Программа 06-20
      R06=+00300044    " Запись глубины резьбы в R44
      R07=+23290039    " R39=реал(R29)
      R08=+28283940    " R40=сумма геометрического ряда, коэффициент R28
      R09=+07300039    " R39=абс(R30)
      R10=+04394040    " R40=R39/R40 = 1. шип
      R11=+31300000    " IF R30<R00 THEN
      R12=+08400040    " R40=-R40
      R13=+22000000    " ENDIF
      R14=+26010283    " Запишет X прогр. в R33 и Z прогр. в R34
      R15=+01333333    " Для прогр. диаметра: R33=R33+R33 (01333333) !
      R16=+00800085    " Запись R35,36=R30,31
      R17=+01332411    " R11=R33+R24
      R18=+01113030    " R30=R11+R30 окончательный размер
      R19=+01114011    " R11=R11+R40 (первая стружка)
      R20=+01342538    " R38=R34+R25
N30  G29  R05=+01383131 " R31=R38+R31
      R06=+01022910    " R10=R02+R29 (количество повторов)
      R07=+04260337    " R37=R26/R03: подъем/2
      R08=+00400046    " R40 -> R46 стружка будет считаться в R46

N40  R18=34.000        " Константа для формулы метрическая резьба.
      R20=69999.999    " Только для сравнения, чтобы впервые рассчитать
                          сдвиг
      G29  R05=+02102121 " R21=R10-R21, R21 это счетчик перемен прохода
      R06=+01210121    " R21=R21+R01 больше на 1
      R07=+01210121    " R21=R21+R01 повышается еще на 1
      R08=+03182641    " (34 x S) в параметр R41 (для формулы)
"
"-----
"----- Первый проход резьбы -----
"-----
" Рассчитает сдвиг P в оси Z для метрической резьбы по формуле:
" P = сдвиг, S = подъем, T = глубина стружки
" Пометка: 34 x S не меняется и рассчитано заранее в R41
" P=((34 x S) - (55.426 x T))/96

N55  R17=96.000        " Константа для формулы метрическая резьба.
      R18=34.000        " Константа для формулы метрическая резьба.

```

```

R19=55.426      " Константа для формулы метрической резьбы.
R32=-1          " Программирование радиуса R32= 0 !!!
                " Программирование диаметра R32=-1 (бинарный сдвиг
                направо)

G29 R05=09463242 " В случае программирования диаметра разделяет
                стружку на 2 (бин. сдвиг)
R06=03194245   " (55.426 x T) в параметр R45
R07=07450045   " Абсолютная величина R45 (всегда положительная)
R08=02414543   " ((34 x S) - (55.426 x T)) в R43

N56 G29 R05=21002018 " R20 не = 0? (сдвига нет 0 ?)
      R06=04431720   " ДА: ((34 x S) - (55.426 x T))/96 в R20
      R07=22000000   " Конец условия

" В R20 рассчитан сдвиг, со сдвига вычитается еще случайный прирост
" Или в R20 уже находится 0.

N57 G28 R05=+02204703 " Вычитается еще прирост черновой обработки и
                        запишется в R03
      R06=+00030044   " R03 записано еще в R44
      R07=+02340303   " от запрограммированной величины вычитается
                        сдвиг

N60 G00 G98 XR11 ZR03 " Перемещается в X и Z на размер
      G27 R05=+00330009 " R33 -> R09
      R06=+00230039   " R23 -> R39 количество проходов по одинаковой
                        траектории

"N61/G73 L70 Q9998
"N62 M0
N70 G33 IR27 JR22 ZR31 " G33 резка резьбы
N75                                " Пустой блок должен быть
N80 G00 G24 XR09 ZR31   " Выезд в X
      G26 R05=+00340009 " R34 -> R09, Начальный размер в Z
N90 G00 ZR09            " Возврат в Z
      G28 R05=+00440003 " Выберет записанный R44 (сдвиг) и запишет в R03
      R06=+01340303   " R03 = R34 + R03 ... прогр. величина + сдвиг
      R07=+19480008   " if R48 = 0 then G73 else G78 в R08

N110 GR08 L160 Q9998   " (если признак = 0, уже не выполняет второй
                        проход)
"-----
" Второе прохождение на одинаковой глубине X, сдвинутое во вторую сторону
резьбы
"-----

N120 G00 G98 XR11 ZR03 " Перемещается в X и Z на размер
N130 G33 IR27 JR22 ZR31 " G33 - резка резьбы
      G26 R05=00330009 " R09=R33
N135                                " Должен существовать пустой блок
N150 G00 G24 XR09 ZR31 " Выедет в оси X
N160 G26 R05=+33120017 " ПРОГРАММА ОТ R12 ДО R17
      R12=+03402840   " R40=R40xR28 - умножение на коэффициент
      R13=+01404646   " стружка записывается в R46
      R14=+01114011   " R11=R11+R40 (следующая стружка)
      R15=+00340009   " R09=R34
      R16=+02210121   " R21=R21-R01, уменьшит датчик проходов на 1
      R17=+15210008   " if R21 > 0 then G73 else G78 в R08
N180 GR08 L200 Q9998   " Датчик > 0 потом скачок на N200
N185 G26 R05=19480008 " признак перемены в R48 уже = 0 ?
N186 GR08 L200 Q9998   " ДА, потом скачок на N200

```

```

N190 G28 R05=+00000048 " Обнуляет признак перемены в R48
      R06=+00000020 " Обнуляет R20 (рассчитанный сдвиг)
      R07=+00000047 " Обнуляет R47 (прирост черновой обработки)
N200 G00 ZR09 " Возврат в Z
      G73 L55 QR10 " Условный скачок на блок N55
N210 G00 G98 FR26 XR30 " Перемещается в X на последний размер
      G27 R05=+00330009 " R09=R33
      R06=+02390139 " R39=R39-R01
N220 G33 IR27 JR22 ZR31 " G33 Резка резьбы по размеру
N225 " Должен находиться пустой блок
N230 G00 G24 XR09 ZR31 " Возврат в X
      G27 R05=+00340009 " R09=R34
      R06=+16390010 " IF R39 >= R00 THEN R10=73 ELSE R10=78
N240 G00 ZR09 " Возврат в Z
      GR10 L210 Q9998 " Условный скачок
N250 G70 " Конец
"-----
" РЕЗКА В ОСИ
"-----
N5 G90 G24 FR26 " Абсолютно
      R00=+0 " R00=0
      R01=+1 " R01=1
      R02=-2 " R02=-2

      G26 R05=+33060021 " Программа 06-21
      R06=+23290039 " R39=реал(R29)
      R07=+28283940 " R40=сумма геометрического ряда, коэффициент
                        R28
      R08=+07300039 " R39=abc(R30)
      R09=+04394040 " R40=R39/R40 = 1. шип
      R10=+31300000 " IF R30<R00 THEN
      R11=+08400040 " R40=-R40
      R12=+22000000 " ENDIF
      R13=+26010283 " Запишет X прогр. в R33 и Z прогр. в R34
      R14=+01333333 " Для программирования диаметра: R33=R33+R33
(01333333) !
      R15=+00800085 " Запись R35,36=R30,31
      R16=+01332411 " R11=R33+R24
      R17=+01113030 " R30=R11+R30 окончательный размер
      R18=+01114011 " R11=R11+R40 (первая стружка)
      R19=+01342538 " R38=R34+R25
      R20=+01383131 " R31=R38+R31
      R21=+01022910 " R10=R02+R29 (количество повторов)

N50 G00 G98 XR11 " Перемещается в X на расстояние
      G27 R05=+00330009 " R09=R33
      R06=+00230039 " R39=R23 количество по одинаковой траектории
"N51/G73 L6 Q9998
"N52 M0
N6 G33 IR27 JR22 ZR31 " G33 Резка резьбы
N65 " Пустой блок должен быть
N7 G00 G24 XR09 ZR31 " Выезд в X
      G28 R05=+03402840 " R40=R40.R28 - умножение на коэффициент
      R06=+01114011 " R11=R11+R40 (следующая стружка)
      R07=+00340009 " R09=R34
N8 G00 ZR09 " Возврат в Z
      G73 L50 QR10 " Условный скачок на блок N50
N9 G00 G98 FR26 XR30 " Перемещается в X на последнее расстояние
      G27 R05=+00330009 " R09=R33
      R06=+02390139 " R39=R39-R01
N10 G33 IR27 JR22 ZR31 " G33 Резка резьбы на расстояние

```

```

N14                                " Должен находиться пустой блок
N11 G00          XR09      ZR31    " Возврат в X
      G27 R05=+00340009      " R09=R34
      R06=+16390010        " IF R39>=R00 THEN R10=73 ELSE R10=78
N12 G00 G24          ZR09      " Возврат в Z
      GR10 L9 Q9998        " Условный скачок
N13 G70                                " Конец

```

12.5.7 Снятие фаски под углом - G86

```

"-----
" КРОМКА ПОД УГЛОМ
"
" Используемые параметры:"
" R24 = Сколько мм до обрабатываемого полуфабриката в оси X начинает РС -
знак указывает направление (Xp) "
" R25 = Сколько мм до торцевой части в оси Z начинает РС - знак указывает
направление (Zp) "
" R26 = Склонность сдвига"
" R27 = не использовано"
" R28 = Толщина стружки в мм (перпендикулярно к оси Z) (Tx) "
" R29 = не использовано рабочее для (Tz) "
" R30 = Длина снятой фаски в оси X (знак указывает направление движения)
(Dx) "
" R31 = Длина снятой фаски в оси Z (знак указывает направление движения)
(Dz) "
""
" Знак является решительным только согласно параметрам R24 и R25 !!!"

N1 G79 L86
""
" Знак запишет в параметр R16 для X и R17 для Z"
""
N12 G26 R05=00280012 " Запишет толщину стружки в X до R12"
      R10=1          " Когда будет R10=0, потом будет конец"
      R16=0 R17=0
      G24          " ускорение коммуникации"
N30 G26 R05=16241615 " if R24<R16(=0) then R16=-1 (R15=73 или 78) "
N40 GR15 L60 R16=1.0
N50 R16=-1.0
N60 G26 R05=16251715 " if R25<R17(=0) then R17=-1 (R15=73 или 78) "
N70 GR15 L100 R17=1.0
N80 R17=-1.0
""
" Переведет все размеры для расчетов на положительные величины"
""
N100 G29 R05=07240024
      R06=07250025
      R07=07300030
      R08=07310031
N110 G26 R05=07280028
" "
" Пересчитает толщину стружки в оси:"
" Tz = (Tx . Dz) / Dx ... R29=(R28.R31) / R30"
N120 G29 R05=03283127 "R27=R28.R31 "
      R06=04273029 "R29=Tz (толщина в оси Z) "

" Пересчитает a = (Zp . Dx) / Dz .... R20 = (R25 . R30) / R31"
" и находится в R20"

```

```

R07=03253020      "R20=R25.R30"
R08=04203120      "R20=R20/R31"

" Пересчитает  $b = (X_p \cdot D_z) / D_x \dots R21 = (R24 \cdot R31) / R30$  "
" b находится в R21"
N160 G29 R05=03243121      "R21=R24.R31"
      R06=04213021      "R21=R21/R30"

" Пересчитает  $A = a + X_p$       R22 = R20 + R24"
      R07=01202422

" Пересчитает  $B = b + Z_p$       R23 = R21 + R25"
      R08=01212523

" Рассчитает перемещение в X и Z (абсолютно) "
"  $X = A + T_x$       R18 = R22 + R28"
"  $Z = B + T_z$       R19 = R23 + R29"

N200 G29 R05=01222818
      R06=01232919
""
" Первый размер прироста с учетом знака "
" Получает их созданием знака указанного в R16 (X) и R17 (Z) "
      R07=03181618
      R08=03191719
      R15=-1.0      "ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ -1"
      R09=2.0      "Для умножения в случае прогр. диаметра 2x"

" Перемещение приростом: "
""
N240 G91 G00 XR18 G26      R05=03181518 "заранее поменяет знак X.-1"
N250 G01 G26 XR18 ZR19 FR26 R05=03191519 "заранее поменяет знак Z.-1"
N260 G00      ZR19
      R0=0

" И опять находится в исходной точке "
" Прибавит стружку  $T_x = T_x + T_x \dots R28 = R28 + R12$  "
" "
" Тестирует R10"
" "
N264 G26 R5=19001001
N266 GR1 L1000      " СКАЧОК НА КОНЕЦ"
N270 G26 R05=01281228
" Если стружка  $T_x$  R28 больше длины снятой фаски  $D_x$  "
N280 G26 R05=15283011      " if R28 > R30 then R11=73 else R11=78"
N290 GR11 L310
N300 G73 L120 Q9998      " Нормальное прохождение"
N310 G26 R05=00300028      " Переместит  $D_x$  в  $T_x$ , т.е. R30 в R28 "
N315 R10=0      " Признак последнего прохождения "
N320 G73 L120 Q9998
N1000 G70
"

```

12.5.8 Резка резьбы на шаровой плоскости - G87

```

"
" -----
" РЕЗКА РЕЗЬБЫ НА ШАРОВОЙ ПЛОСКОСТИ - G87
"
" Используемые параметры:
" R22 = Подъем шара

```

```

" R23 = Количество повторов перемещения по окончательной траектории
" R24 = Сколько мм до обрабатываемого полуфабриката в оси X начинает РС -
знак определяет направление
" R25 = Сколько мм до торцевой части в оси Z начинает РС - знак определяет
направление
" R26 = Подъем резьбы
" R27 = Угловой сдвиг начала резки резьбы
" R28 = Во сколько раз следующая стружка меньше чем предыдущая (коэффициент
< 1)
" R29 = Количество стружек, которыми должна быть резьба вырезана
" R30 = Глубина резьбы в оси X - знак определяет направление
" R31 = Длина резьбы в оси Z - знак определяет направление
"
"
N1  G79  L87
N2  G90  G24  FR26          " Абсолютно
                                " R00=0
                                R00=+0
                                " R01=1
                                R01=+1
                                " R02=-2
                                R02=-2

                                G26  R05=+33060021      " Программа 06-21
                                R06=+23290039          " R39=реал(R29)
                                R07=+28283940          " R40=сумма геометрического ряда, коэффициент
                                    R28
                                R08=+07300039          " R39=abc(R30)
                                R09=+04394040          " R40=R39/R40 = 1. шип
                                R10=+31300000          " IF R30<R00 THEN
                                R11=+08400040          "     R40=-R40
                                R12=+22000000          " ENDIF
                                R13=+26010283          " Запишет X прогр. в R33 и Z прогр. в R34
                                R14=+01333333          " Для программирования диаметра: R33=R33+R33
                                    (01333333) !
                                R15=+01332411          " R11=R33+R24
                                R16=+01113030          " R30=R11+R30 окончательный размер
                                R17=+01114011          " R11=R11+R40 (первая стружка)
                                R18=+01342538          " R38=R34+R25
                                R19=+01383131          " R31=R38+R31
                                R20=+01022910          " R10=R02+R29 (количество повторов)
                                R21=+01112212          " R12=R11+R22

N50 G00          XR11      " Перемещается в X на расстоянии
    G27  R05=+00330009      " R09=R33
    R06=+00230039          " R39=R23 количество по одинаковой траектории
N6  G33  IR27  XR12  ZR31  " Резка резьбы
N7  G00          XR09      " Выезд в X
    G29  R05=+03402840      " R40=R40.R28 - умножение на коэффициент
    R06=+01114011          " R11=R11+R40 (следующая стружка)
    R07=+00340009          " R09=R34
    R08=+01112212          " R12=R11+R22
N8  G00          ZR09      " Возврат в Z
    G73  L50  QR10          " Условный скачок на блок N50
N9  G00  FR26          XR30  " Перемещается в X на последнем расстоянии
    G28  R05=+00330009      " R09=R33
    R06=+02390139          " R39=R39-R01
    R07=+01302212          " R12=R30+R22
N10 G33  IR27  XR12  ZR31  " Резка резьбы на расстоянии
N11 G00          XR09      " Возврат в X
    G27  R05=+00340009      " R09=R34
    R06=+15390010          " IF R39>R00 THEN R10=73 ELSE R10=78
N12 G00          ZR09      " Возврат в Z

```

GR10 L9 Q9998
N13 G70
"

" Условный скачок
" Конец