

НСТ[®]

Управление токарным станком

Сборник задач

Производитель и разработчик: **NCT Ipari Elektronikai kft.**

H1148 Budapest Fogarasi út 7

✉ Адрес переписки: H1631 Bp. pf.: 26

☎ Телефон: (+36 1) 467 63 00

☎ Телефакс: (+36 1) 363 6605

Электронная почта: nct@nct.hu

Домашняя страница: www.nct.hu

© Copyright NCT 19 Июль 2006 г.

По содержанию настоящего описания все издательские права сохраняются за собой. Для допечатки даже сокращённого издания требуется наше разрешение.

Описание составлено с максимальной осмотрительностью и тщательно проверено, однако за возможные ошибки или ошибочные данные *и за истекающие из этого ущерба ответственность на себя не берём.*

Содержание

1 Описание контура программированием углов	<u>5</u>
2 Описание контура скруглениями	<u>6</u>
3 Описание контура углами и скруглениями	<u>7</u>
4 Описание контура фасками	<u>8</u>
5 Обтачивание контура - нарезание резьбы - прорезание	<u>9</u>
6 Описание контура - с циклом чернового подрезания торца, с расчётом точек пересечений	<u>12</u>
7 Обтачивание контура с циклом черновой обработки	<u>13</u>
8 Описание контура	<u>14</u>
9 Описание контура	<u>15</u>
10 Загибающийся контур - обточка с левым резцом	<u>16</u>
11 Описание контура	<u>17</u>
12 Циклы	<u>19</u>
13 Техника подпрограмм	<u>20</u>
14 Сверлильные циклы (простой цикл сверления)	<u>22</u>
15 Программирование параметрами	<u>24</u>

19 Июль 2006 г.

1 Описание контура программированием углов

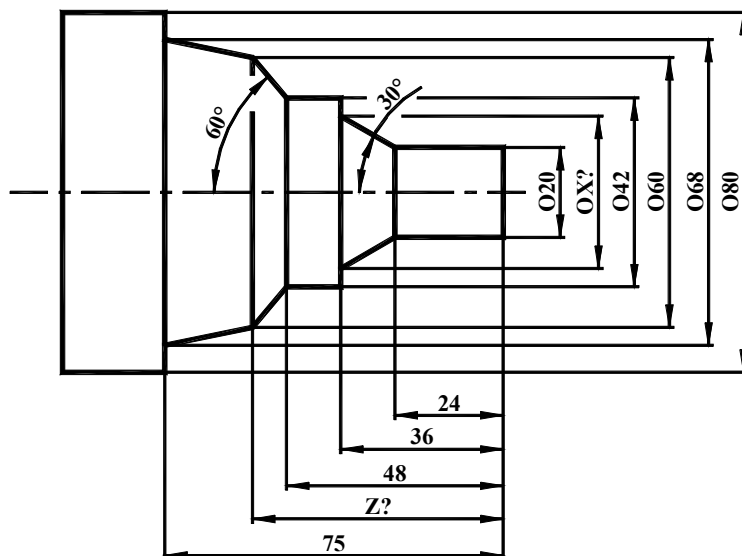


Рисунок 1

```

%O7001 (ПРИМЕР 01)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X82 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
N150 G79 X-1 Z5
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G0 X82 Z2
N200 G71 U1 R0.5
N210 G71 P230 Q310 U0.3 W0.3 F0.5
N220 G0 X20 Z2
N230 G42 X20 Z1
N240 G1 Z-24
N250 G1 Z-36 ,A150
N260 G1 X42
N270 G1 Z-48
N280 G1 X60 ,A130
N290 G1 X68 Z-75
N300 G1 X82
N310 G40 X84
N320 G0 X200 Z200
N330 G97 S200
N340 M30
%
```

В этом примере изложено описание простого контура. Первая строка программы начинается с процентным знаком, означающим начало программы и с идентификатором программы. Следующая за ними строка - это ориентировка безопасности, которая осуществляет-

ся последней загруженной коррекцией при отсутствии отзыва коррекции, поэтому в некоторых случаях - например: в случае отсутствия или не точной наладки резца выдаётся сообщение об ошибке - **КОНЕЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ**. После этого выполняется загрузка инструмента, и вместе с ним и коррекций. За этим следует ориентировка, а потом установка постоянной скорости резания, сперва задачей максимальных чисел оборотов (G92), затем задачей фактической скорости резания (G96). В конце программы (обработки) необходимо выключить постоянную скорость резания (G97), из-за возможной раскрутки шпинделя. Рядом с G97 нужно записать примерное число оборотов, которым шпиндель вращался бы после ориентировки. В случае заготовок, полученных распиловкой, целесообразно провести чистовую обработку поверхности циклом G79. Во время чернового обтачивания контура особенно при расчёте точек пересечений - коррекция радиуса должна быть активной.

2 Описание контура скруглениями

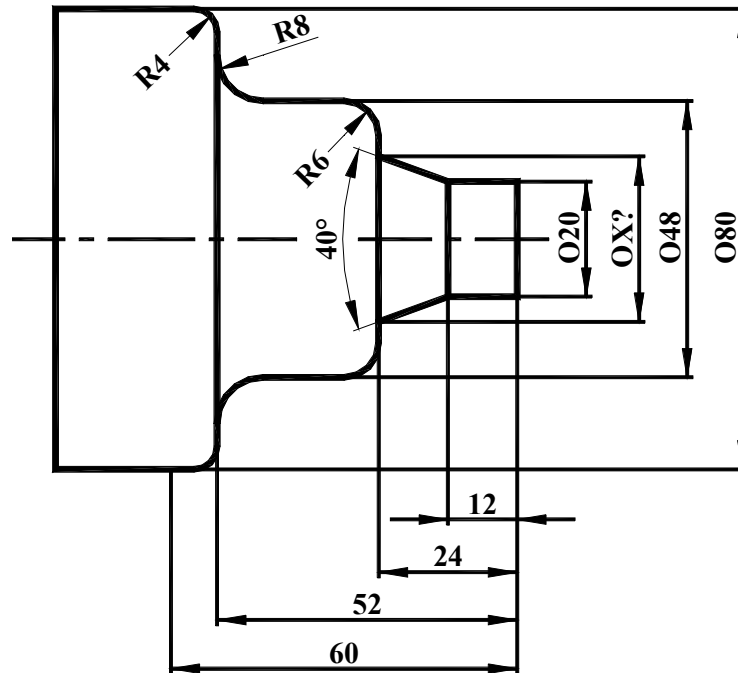


Рисунок 2

```

%O7002 (ПРИМЕР 02)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X82 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
N150 G79 X-1 Z5
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G0 X82 Z2
N200 G71 U1 R0.5
N210 G71 P230 Q310 U0.3 W0.3 F0.5
N220 G0 X20 Z2
N230 G42 X20 Z1
N240 G1 Z-12
N250 G1 Z-24 ,A160
N260 G1 X48 ,R6
N270 G1 Z-52 ,R8
N280 G1 X80 ,R4
N290 G1 Z-60
N300 G1 X82
N310 G40 X84
N320 G0 X200 Z200
N330 G97 S200
N340 M30
%
```

Разница по сравнению к предыдущему примеру имеется только в скруглениях.

Между двумя предложениями скругления запрограммировать точку пересечения, и в первое предложение записать по адресу “,R” меру скругления. Конусы запрограммировать так же, как в предыдущем примере по адресу “,A”. Задача угла понимается от положительной оси Z, согласно стрелке. Для использования красоты поверхности и свойства резца и здесь, как и почти при всех токарных работах, рекомендуется применить постоянную скорость резания. Обработка торца и здесь выполняется циклом черногового подрезания торца. Включение прослеживания за контуром обязательно при точении конуса и шара, иначе контур искажается. При подходе и остановке, а также при программировании очень острых углов, или при малых перемещениях нужно следить за тем, чтобы запрограммированное перемещение было больше радиуса вершины инструмента.

3 Описание контура углами и скруглениями

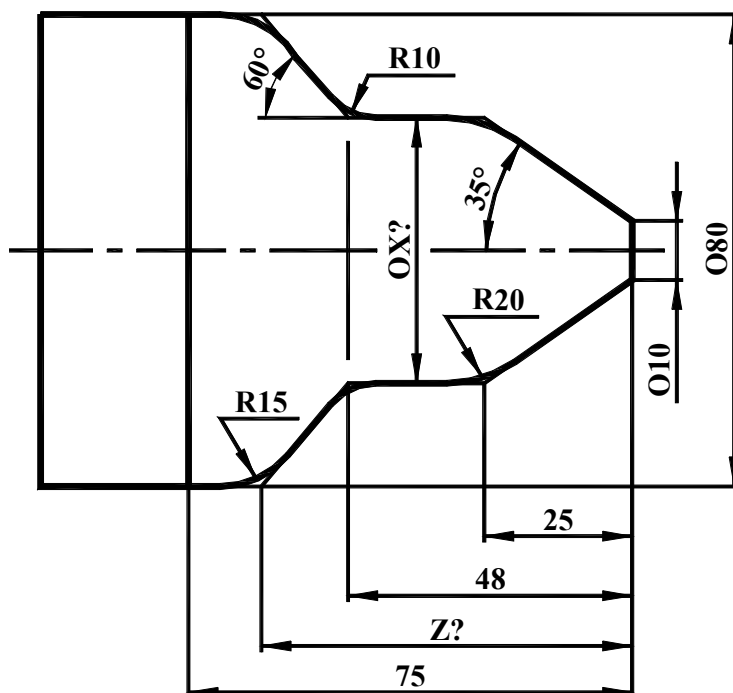


Рисунок 3

```

%O7003 (ПРИМЕР 03)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X82 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
N150 G79 X-1 Z5
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G0 X82 Z2
N200 G71 U1 R0.5
N210 G71 P230 Q310 U0.3 W0.3 F0.5
N220 G0 X60 Z5
N230 G42 X6 Z2
N240 G0 Z-10
N250 X10 Z0 ,A145
N260 Z-25 ,A145 ,R20
N270 Z-48 ,R10
N280 X80 ,A120 ,R15
N290 Z-75
N300 X82
N310 G40 X85
N320 G0 X200 Z200
N330 G97 S200
N340 M30
%
```

Этот пример характерен тем, что конические части задаются половинным углом конуса. Задача угла конуса в программе осуществляется от положительного направления оси Z в сторону оси X с положительным, в противоположную сторону отрицательным знаком. Начало контура начинается тоже с определением точки пересечения, как вспомогательной точки, для того, чтобы траектория инструмента не имела перелома. В начале программы запрограммирован также цикл подрезания для удаления припуска. Скругления при шаровой поверхности нужно запрограммировать по адресу ,R. При использовании автоматического расчёта точек пересечений - не только для избежания искажения контура - включить прослеживания за контуром обязательно.

4 Описание контура фасками

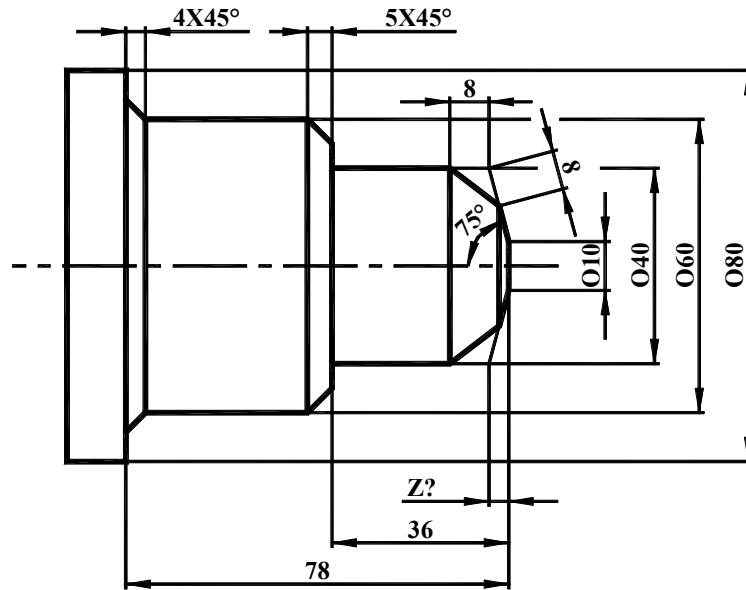


Рисунок 4

```

%O7004 (ПРИМЕР 04)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X82 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
N150 G79 X-1 Z5
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G0 X82 Z2
N200 G71 U1 R0.5
N210 G71 P230 Q310 U0.3 W0.3 F0.5
N220 G0 X8 Z5
N230 G42 X8 Z2
N240 G0 Z-10
N250 G1 X10 Z0 ,A105
N260 X40 ,A105 ,C8
N270 Z-36
N280 X60 ,C5
N290 Z-78 ,C5
N300 X82
N310 G40 G0 X85
N320 G0 X200 Z200
N330 G97 S200
N340 M30
%
```

При этом примере используются те же циклы, скругления, фаски, как у предыдущих. Разница имеется только в форме заготовки, наглядно показывая самый простой пример изготовления различных контуров. Нужно отметить, что при использовании расчёта точек пересечений, перед программированием в некоторых случаях целесообразно внимательно изучить рабочий чертёж и особенно для создания однозначной базы заранее выполнить некоторые изменения в построении сети размеров.

5 Обтачивание контура - нарезание резьбы - прорезание

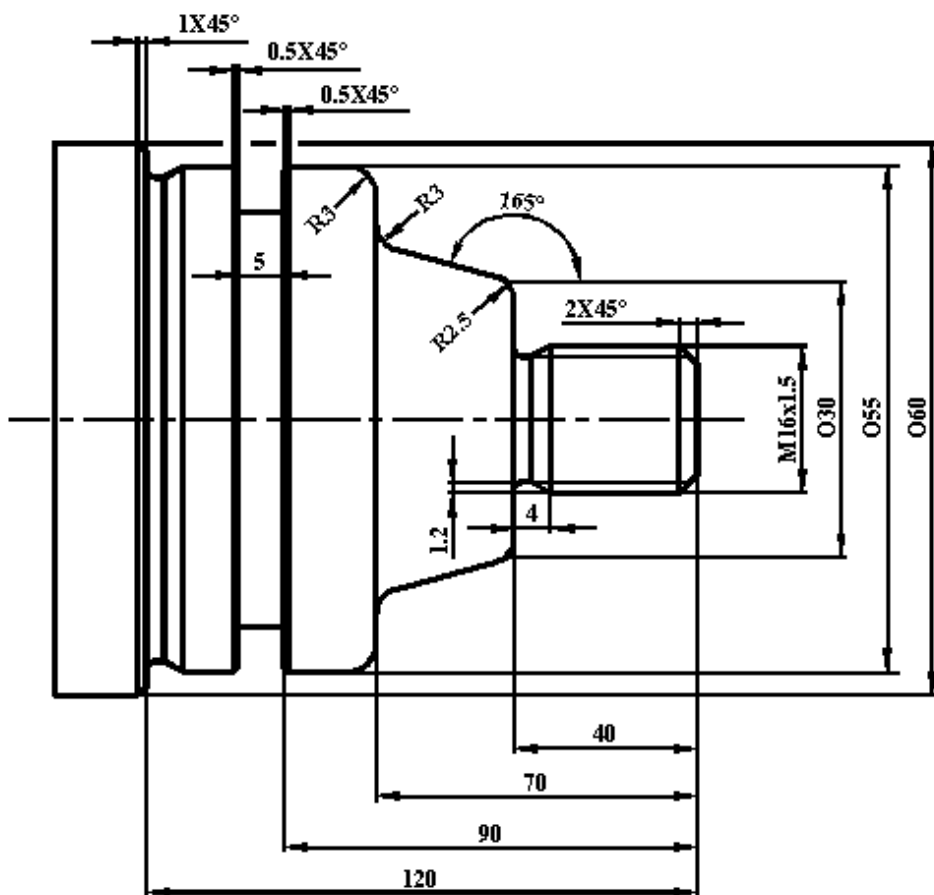


Рисунок 5

Эта программа содержит полную программу заготовки. Установка шпинделя производится от строки N120 до строки N190, а также черновая обработка торцевой поверхности циклом черновой обработки G79. В этом цикле использовав точку призыва и задав другого угла четырёхугольника, формируется траектория резца в виде четырёхугольника, так, что ввод в резание и обратных ход совершается быстрым ходом, а точение и отвод - с подачей. От строки N200 до строки N220 идёт вызов цикла черновой обработки. Строка N200 является строкой установки данных, содержащей только данные ввода в резание и отвода, значит, на самом деле задаются характерные данные резца черновой обработки, таким образом при последующей черновой обработке нужна только вторая строка. Знак /1 в начале предложения делает ссылку на условное предложение, с помощью которого можно пропускать черновую обработку при заготовок с ошибкой размера. Перед циклом черновой обработки необходимо стать немного над внешний диаметр заготовки, так как сначала отшагается циклом смещение, затем вводится в резание и выполняется точение. От строки N230 до строки N410 идёт описание фактического контура, используемого и циклом черновой обработки для расчёта траектории черновой обработки. Скругления запрограммированы по адресу "R", фаски по адресу "C", а углы по адресу "A". Углы следует задавать от положительной стороны оси Z, в зависимости от направления. Поскольку после циклов черновой обработки в программе автоматически последуют циклы чистовой обработки, нет надобности вызывать цикл чистовой обработки (G70). Если циклом черновой

обработки ссылаемся на такой фрагмент программы, который не подлежит исполнению во время фактического исполнения программы, тогда необходимо вызывать и цикл чистовой обработки, поступив точно таким же образом, как при цикле черновой обработки. Такой случай встречается тогда, когда черновую обработку обеих стороны контура с подрезанием нужно выполнять отдельными (правым-левым) резцами, но чистовую обработку уже можно выполнять тем же резцом, далее в противном случае, когда к одному резцу черновой обработки принадлежат два резца чистовой обработки. От строки N410 до строки N680 описывается прорезание. В этом разделе видно, что прорезный резец работает с двумя, независимой друг от друга коррекцией, так, разница между двумя коррекциями точно равна ширине резца. Целесообразно выбрать ширину прорезного резца чуть уже двойного припуска на чистовую обработку ширины прореза. При этом с одного раза можно выполнить черновое прорезание, затем двумя кромками резания резца легко выполнить чистовую работу торцев и дна. Если канавка намного шире, вместо прорезания с одного раза рекомендуется использовать цикл прорезания (G75). При прорезаниях, и тех поверхностях, где по резкому отходу резца получается не круглое сечение, перед его выводом целесообразно вставить ожидание (G4). От строки N690 описывается нарезание резьбы резцом. Строка N710 является строкой для ввода данных, содержащие важные характеристики резьбы и резца для нарезания резьбы, независимо от размера резьбы. Точные размеры резьбы содержатся в строке N720, на подобие цикла черновой обработки. Диаметр обратного хода определяется при вызове цикла нарезания резьбы, координатой X, определённой при предыдущей ориентировке. Глубина резьбы равна половине разницы номинального и внутреннего размеров резьбы. Мера конусности вычисляется из разницы начального и конечного диаметров. Нарезание резьбы целесообразно запускать в Z, по дальше от заготовки, чтобы обороты шпинделя и скорость оси были совершенно в синхроне и начало резьбы не исказилось. Отвод рассчитывается как 0.1-кратное к шагу резьбы, значит, записав на отвод 0, отвод совершается перпендикулярно, записав 10, за один шаг резьбы, записав 20, за два шага резьбы примерно под углом 45 градусов отводится резец. Координаты X и Z являются всегда координатами точек, самых отдалённых от начальной точки готовой резьбы, независимо от отвода. Глубина резания остальных проходов вычисляется циклом от глубины резания первого прохода, применяя расчёт постоянного сечения стружки, однако вычисленное значение может быть пересмотрен согласно значению минимальной глубины резания, если расчётное значение получилось бы меньше этого!

```
%O7008 (ПРИМЕР 08)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X62 Z10
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 M8 M3
N150 G79 X-1 Z5 F0.2
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G0 X62 Z2
/1 N200 G71 U1 R0.5
/1 N210 G71 U0.3 W0.3 F0.5 P250 Q370
N220 G0 X200 Z200
N230 T202
N240 G0 X16 Z10
N250 G42 X8 Z2
N260 G1 X16 Z-2 F0.2
N270 X16 Z-16
N280 X13.6 Z-18
N290 Z-20 ,R1
N300 X30 ,R2.5
N310 Z-35 ,A165 ,R3
N320 X55 ,R3
N330 X55 Z-56
N340 X52.6 Z-58
N350 Z-60 ,R1
N360 X60 ,C1
N370 Z-62
N380 X62
N400 G40 X70
N410 G0 X200 Z200
N420 T303
N430 G0 X70 Z-49
N450 X57
N460 G1 X46
N470 G4 P2
N480 G0 X57
N490 X56 Z-51
N500 G1 X54 Z-50
N510 X46
N520 G4 P2
N530 G1 ZI0.5
N540 G0 X56
N550 T313
N560 Z-44
N570 G1 X54 Z-45
N580 X45
N590 G4 P2
N600 T303
N610 G1 Z-50
N620 G4 P2
N630 G1 X46
N640 XI2
N650 ZI1
N660 G0 X200
N670 Z200
N680 G97 S500
N690 T404
N700 G0 X18 Z10
N710 G76 R0.2 P021060 Q0.2
N720 G76 X14.16 Z-19.5 F1.5 P0.92
Q0.2
N730 G0 X200 Z200
N740 M30
%
```

6 Описание контура - с циклом чернового подрезания торца, с расчётом точек пересечений

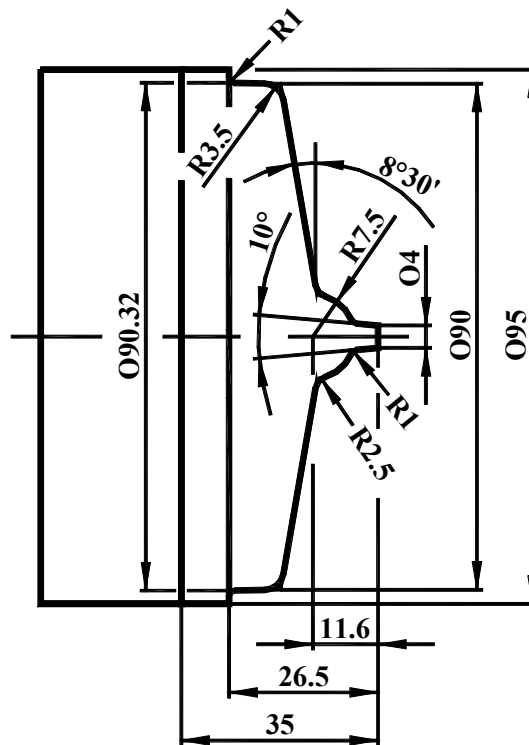


Рисунок 6

```

%O7009 (ПРИМЕР 09)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X98 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
/1 N150 G72 W1 R0.5
/1 N160 G72 P180 Q270 U0.3 W0.3 F0.5
N170 G0 X99 Z-35
N180 G41 X98 Z-35
N190 G1 X95
N200 Z-26.5
N210 X90.32 ,R1
N220 X90 ,A-1 ,R3.5
N230 ,A-81.5 ,R2.5
N240 G3 I0 K-11.6 R7.5 ,R1 Q-1
N250 G1 X4 Z0 ,A-5 Q1
N260 X-1
N270 G40 Z2
N280 G0 X200 Z200
N290 G97 S200
N300 M30
%
```

По сравнению с предыдущими примерами цикл черновой обработки торца существенно отличается, так как удаляемый в направлении Z материал значительно меньше, чем в направлении X и

при этом для уменьшения “лишних” перемещений суппорта целесообразно выбрать этот цикл. Благодаря циклу черновой обработки торца не нужен в начале программы цикл подрезания, так как первая ориентировка выполнена перед припуском на распиливание. Точки пересечений между коническими и шаровыми поверхностями определены с помощью автоматических геометрических расчётов. В этих случаях центры дуг нужно программировать по абсолютной величине, в отличие от задачи нормальных дуг. Постоянную скорость резания нужно программировать также согласно вышеизложенным. Перед предложениями циклов черновой обработки знаки /1 предназначены на то, что например при проведении теста, или при исправном браке сэкономить черновую обработку, нажав кнопку условности.

7 Обтачивание контура с циклом черновой обработки

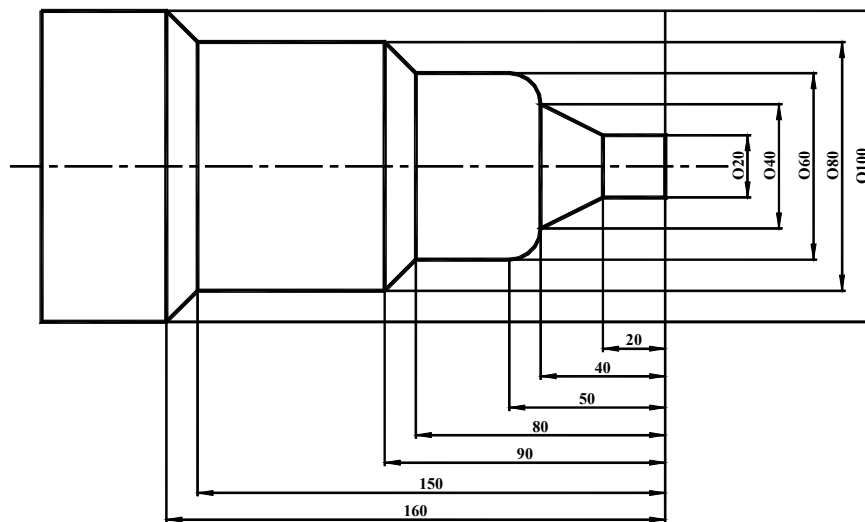


Рисунок 7

```

%O7012 (ПРИМЕР 12)
N100 T101
N110 G0 X40 Z10
N115 G92 S2500
N120 G96 S150 M3 M8 F0.3
N130 G0 X100 Z1
N140 G71 U1 R0.5
N150 G71 U0.3 W0.3 F0.5 P170 Q270
N160 G1 X20 Z10
N170 G42 X20 Z2
N180 G1 X20
N190 Z-20
N200 X40 Z-40
N210 G3 X60 Z-50 R10
N220 G1 Z-80
N230 X80 Z-90
N240 Z-150
N250 X100 Z-160
N260 X101
N270 G40 X110
N280 G0 X110 Z50
N290 M30
%
```

Эта программа является также очень простой программой для примера. Поэтому более подробное объяснение требует лишь включение и отключение прослеживание за контуром. При включении перед начальной точкой контура запрограммируется так называемая вспомогательная точка (N160), откуда можно выполнить наводку на контур с перемещением, большим радиуса вершины. Эта точка не может совпадать с начальной точкой контура, так как здесь из-за наводки контур может искажаться, а целесообразно чуть раньше сделать ориентировку (N170), откуда фактически можно запускать описание контура.

8 Описание контура

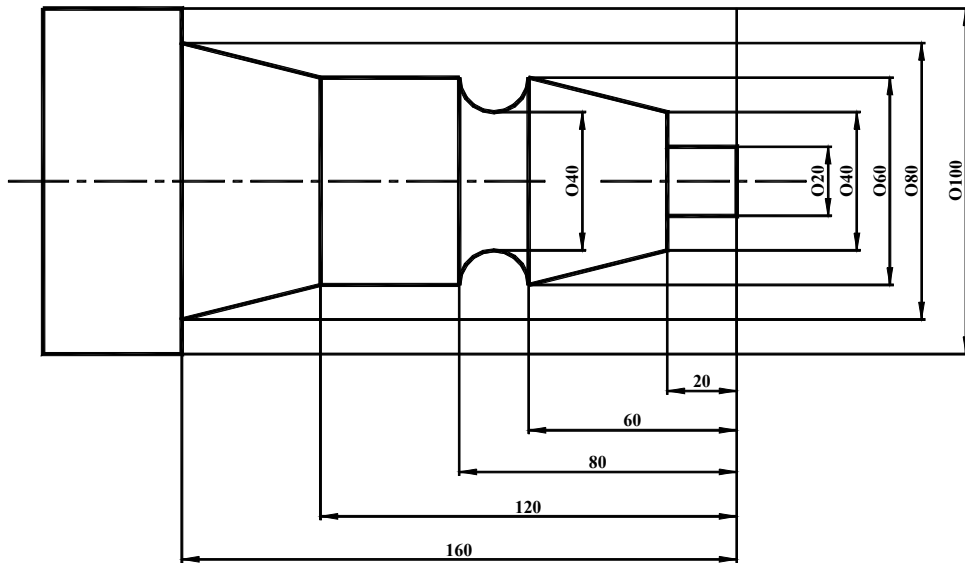


Рисунок 8

```

%O7013 (ПРИМЕР 13)
N100 T101
N110 G0 X102 Z2
N115 G92 S2500
N120 G96 S100 M3 M8
N130 G71 U1 R1
N140 G71 U.2 W.2 F.2 P160 Q240
N150 G0 X40 Z2
N160 G42 X20 Z2 F.2
N170 G1 Z-20 F.2
N180 X40
N190 X60 Z-60
N200 G2 Z-80 R10
N210 G1 Z-120
N220 X80 Z-160
N230 X105
N240 G40 X110
N250 G0 X200 Z200
N260 M30
%
```

Особенностью этого примера является загибающийся контур, что важен потому, что циклом черновой обработки учитывается всё описание цикла, не занимаясь потребностью в месте реза черновой обработки, значит, в этом случае и черновую обработку придётся выполнить с профильным резцом, пригодной для выполнения выточки и загиба. Поскольку черновую обработку загиба не желаем выточить с резцом черновой обработки, в этом случае после M30, обозначающее конец программы, требуется описание контура, не содержащее загибающуюся часть, и не исполняющееся программой во время обработки, однако адреса цикла черновой обработки P и Q показывают сюда. Конечно, при этом нужно отдельно позаботиться об обработке загибающейся части! В последующем и для этого приводится программа для примера.

9 Описание контура

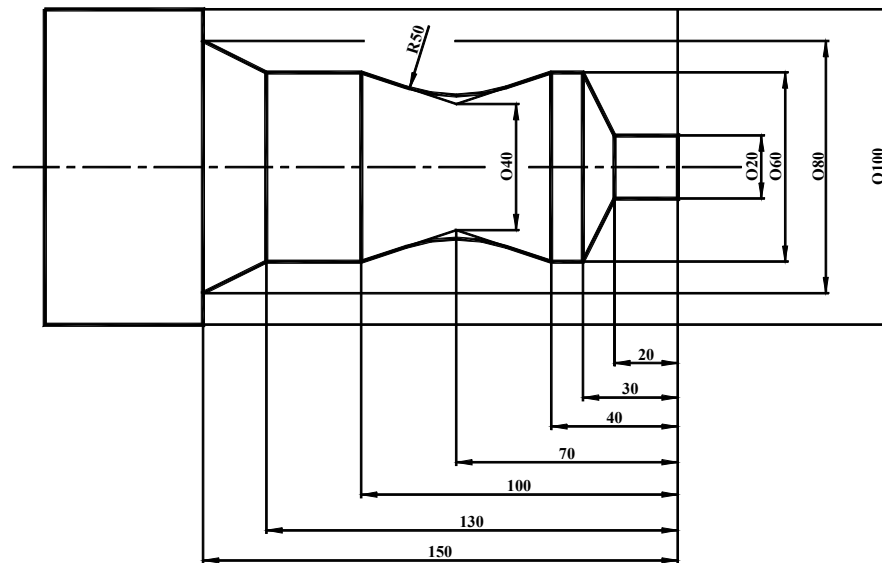


Рисунок 9

```

%O7014 (ПРИМЕР 14)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X40 Z10
N125 G92 S2500
N130 G96 S100 M8 M3
N140 G0 X82 Z2
N150 G71 U1 R.5
N160 G71 U.3 W.3 F.5 P190 Q280
N170 G0 X100 Z100
N180 T202
N185 G96 S120
N190 G0 G42 X20 Z2
N200 G1 Z-20 F.2
N210 G1 X60 Z-30
N220 G1 Z-40
N230 G1 X40 Z-70 ,R50
N240 G1 X60 Z-100
N250 G1 Z-130
N260 G1 X80 Z-150
N270 G1 X101
N280 G40 X110
N290 G0 X200 Z200
N300 M30
%
```

В этом примере после черновой обработки выполняется смена инструмента, что означает, что чистовая обработка производится отдельным резцом. Смене инструмента предшествует ориентировка, для обеспечения безопасности. Затем загрузка нового инструмента сопровождается характерной для инструмента технологической наладкой (F ; S). Выключение прослеживания за контуром - наподобие его включению - выполняется вне заготовки, таким образом избегаем искажение контура.

10 Загибающийся контур - обточка с левым резцом

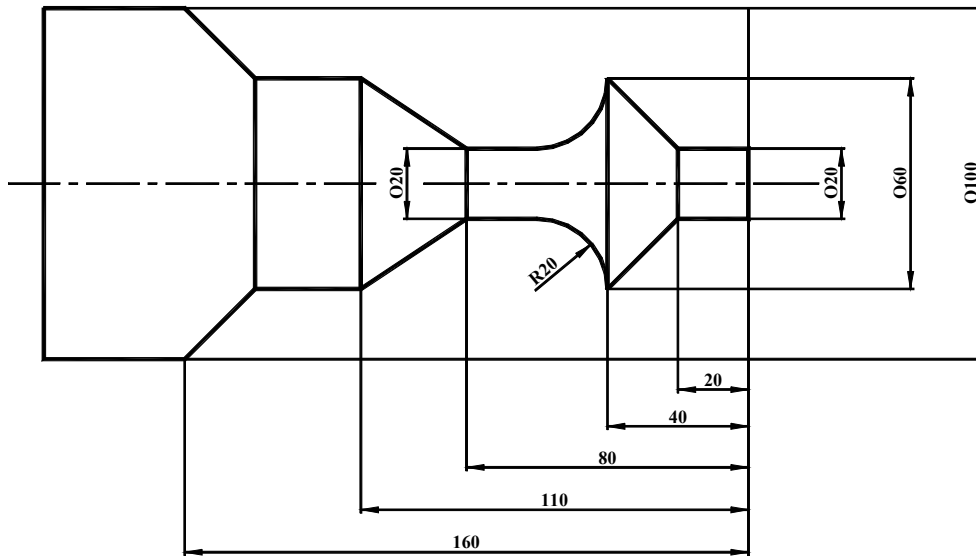


Рисунок 10

```

%O7015 (ПРИМЕР 15)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101
N120 G0 X102 Z2
N130 G92 S2500
N140 G96 S100 M8 M3
N150 G71 U1 R0.5
N160 G71 U0.3 W0.3 F0.5 P180 Q240
N170 G0 X40 Z10
N180 G42 X20 Z2
N190 G1 X20 Z-20 F0.2
N200 X60 Z-40
N210 Z-140
N220 X100 Z-160
N230 X102 Z-160
N240 G40 X110 Z-160
N250 G0 X200 Z200
N260 G97 S200
N270 T202
N280 G96 S120 M3 M8
N290 G0 Z-112
N300 X65
N310 G71 U0.3 F0.5 P330 Q380
N320 G0 X65 Z-120
N330 G41 Z2
N340 G1X20 Z-80 ,A-45 F0.2
N350 Z-60
N360 G3 X60 Z-40 R20
N370 G1 X61
N380 G40 X62
N390 G0 X100
N400 Z100
N410 M30
%
```

Особенностью этого примера является, что загибающийся контур - из-за радиуса $R20$ и выбега по 90 градусов - подвергается черновой и чистовой обработке с одним левым резцом, а остальная часть контура - с одним правым резцом, на подобие к предыдущим примерам. У второго резца необходимо следить за его выступом и отступом, так как начало заготовки мешает проходу. Подвод к контуру и отвод от него выполняется в любом случае вне заготовки, чтобы избежать кромки с заусеницами. Естественно, выточка фасонного прорезания с профильным резцом производится совершенно подобным образом.

11 Описание контура

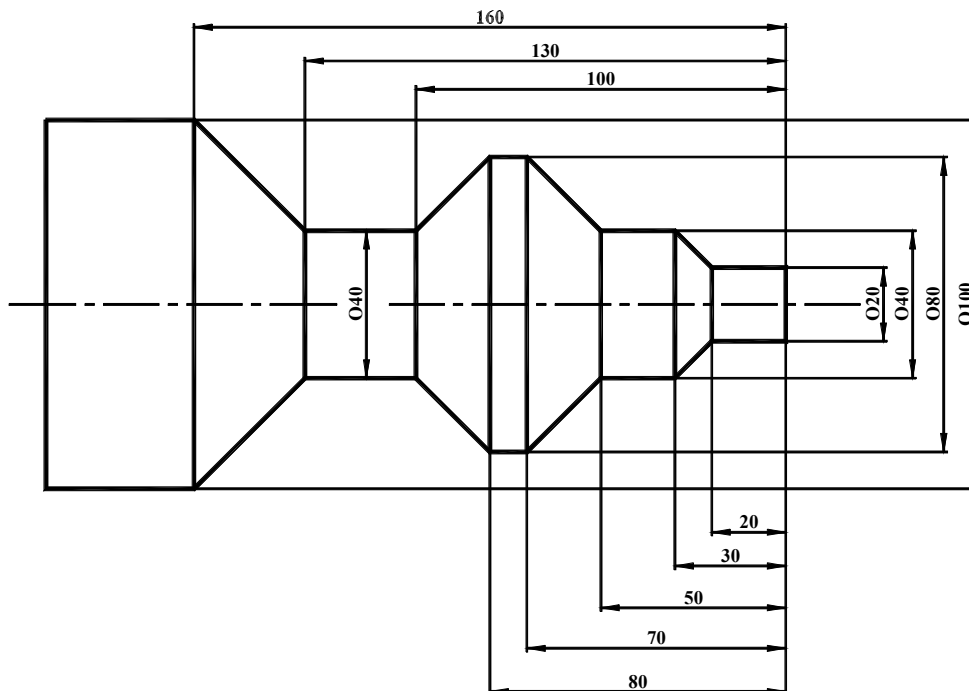


Рисунок 11

```

%O7016(ПРИМЕР 16)
N100 G0 X200 Z100
N110 T101
N120 G0 X100 Z10
N130 G92 S2500
N140 G96 S100 M8 M3
N150 G71 U1 R0.5
N160 G71 U0.3 W0.3 F0.5 P340 Q410
N170 G0 X82 Z-70
N180 G71 U0.3 F0.5 P430 Q480
N190 G0 Z10
N200 G0 X40
N210 G42 X20 Z2
N220 G1 Z-20 F0.2
N230 X40 Z-30
N240 Z-50
N250 X80 Z-70
N260 Z-80
N270 X40 Z-100
N280 Z-130
N290 X100 Z-160
N300 X104 Z-162
N310 G40 X110
N320 G0 X200 Z200
N330 M30
N340 G42 X20 Z2
N350 G1 Z-20 F0.2
N360 X40 Z-30
N370 Z-50
N380 X80 Z-70
N390 Z-160
N400 X104 Z-162 ,A135
N410 G40 X110
N420 M30
N430 G42 Z-100
N440 X40 Z-100 ,A-135
N450 Z-130
N460 X100 Z-160
N470 X104 Z-162
N480 G40 X110
N490 M30
%
```

В этом примере приводится решение для того случая, когда обработка загибающегося контура выполняется по какой-то причине (истончение, смена резца, и т.д.) отдельным программированием. При этом в цикле черновой обработки не применяется часть описания контура для чистовой обработки, а запишется после M30, обозначающего конец программы. В этом случае эта часть не выполняется программой, а используется только цикл черновой обработки, значит, два остальных M30 являются также лишними, они попали в программу только с точки зрения читаемости. При

цикле черновой обработки загибающегося контура адрес W нельзя заполнять, так как припуск в сторону Z отмечается только на одной стороне, независимо от знака, на другой стороне приводит к искажению профиля. Часть, описывающая чистовую обработку, выполняется вполностью и в дальнейшем, однако независимо от цикла черновой обработки, за один шаг.

12 Циклы

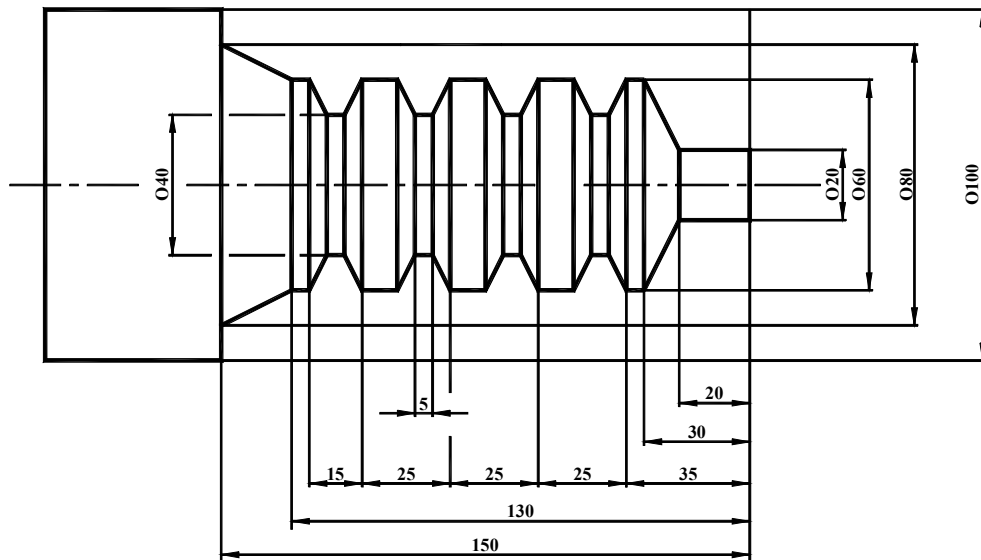


Рисунок 12

```

%O7017 (ПРИМЕР 17)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101 (РЕЗЕЦ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТ-
КИ)
N120 G0 X98 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
/1 N150 G72 W1 R0.5
/1 N160 G72 P180 Q240 U0.3 W0.3 F0.5
N170 G0 X200 Z200
N180 T202 (РЕЗЕЦ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТ-
КИ)
N190 G0 X20 Z5
N200 G41 X20 Z5
N210 G1 Z-20
N220 X60 Z-30
N230 Z-130
N240 X80 Z-150
N250 X102
N260 G40 X105
N270 G0 X200 Z200
N280 T303 (ПРОРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ПРАВЫЙ)
N290 G96 S80
N300 #1=1
N310 WHILE[#1LE4] DO1
N320 T303 (ПРОРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ПРАВЫЙ)
N330 G0 X62 Z-40
N340 G1 X40
N350 G4 P2
N360 G0 X62
N370 Z-35

```

```

N380 G1 X40 Z-40
N390 G4 P2
N400 G0 X62
N410 T313 (ПРОРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ПРАВЫЙ)
N420 G0 Z-50
N430 G1 X40 Z-45
N440 G4 P2
N450 G0 X62
N460 G52 ZI-25
N470 #1=#1+1
N480 END1
N490 X200 Z200
N500 M30
%
```

Этот деталь был описан с помощью цикла WHILE. Цикл был осуществлён с применением макропеременной (#1). Ядро цикла находится между командами DO и END. Другим решением для организации цикла может быть, если повторяющуюся часть написать как подпрограмму и подпрограмму вызываем несколько раз. В следующей задаче приведен пример для этого.

13 Техника подпрограмм

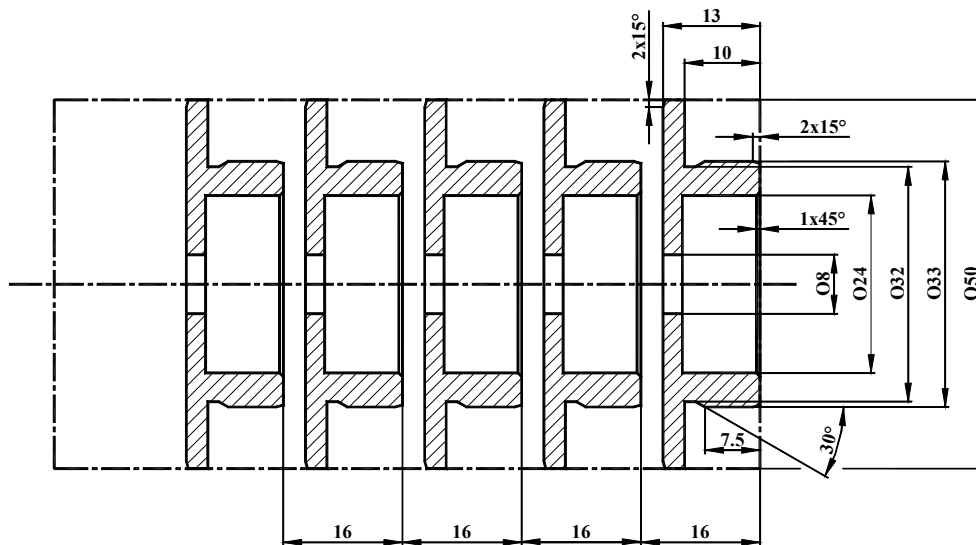


Рисунок 13

```

%O7018 (ПРИМЕР 18)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101 (ПОДРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ)
N120 G0 X62 Z10
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 M8 M3
N150 G79 X-1 Z5 F0.2
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G0 X200 Z200
N200 G97 S1000
N210 M98 P7019
N220 G52 Z-16
N230 M98 P7019
N240 G52 Z-32
N250 M98 P7019
N260 G52 Z-48
N270 M98 P7019
N280 G52 Z-64
N290 M98 P7019
N300 M30
%
```

Главная программа, из которой вызываются подпрограммы, содержащие программу отдельных деталей, применяя смещение координат. В начале программы имеется и цикл для подрезания торца для удаления припуска на распилку. Подрезание торца выполняется с постоянной скоростью резания.

```

%O7019 (ПРИМЕР 19)
N100 T202 (СВЕРЛО ДИАМ 8)
N110 S1000 M3 F0.2 M8
N120 G0 X0 Z5
N130 G1 Z-17
N140 G4 P1
N150 G0 Z100
N160 T303 (СВЕРЛО ДИАМ 20)
N170 S1000 M3 F0.2 M8
N180 G0 X0 Z5
N190 G1 Z-10.5
N200 G4 P1
N210 G0 X0 Z10
N220 T333 (СВЕРЛО ДИАМ 20)
N230 G0 G42 X28 Z1.5
N240 G1 X24 Z-0.5
N250 X24 Z-10.5
N260 G1 X1-4
N270 G0 Z10
N280 G0 G40 X100 Z100
N290 T404 (ВНЕШНИЙ РЕЗЕЦ)
N300 S1000 M3 F0.2 M8
N310 G0 X50.5 Z1
N320 G71 U0.3 W0.3 D0.5 P330 Q400
N330 G0 G41 X30 Z1
N340 ,A180
N350 G1 X33 Z-2 ,A165
N360 ,A-180
N370 X32 Z-7.5 ,A-150
N380 Z-10
N390 X52
N400 G40 G0 X55
N410 G0 X100 Z100
N420 T505 (ОТРЕЗНОЙ)
N430 S1000 M3 F0.2 M8
N440 G0 X53
N450 Z-13
N460 G1 X46
N470 G0 X53
N480 G41 Z-12
N490 G1 ,A-90
N500 X48 Z-13 ,A-105
N510 X7
N520 G0 G40 X100 Z100
N530 M99
%
```

Это есть подпрограмма, где описана целая программа детали, как полная обработка. Разница в том, что подпрограмма завершается командой M99, имеющая ссылку на возврат к главной программе. В конце программы подрезным резцом выполняется и фаска по заднюю сторону заготовки. Сверло 20 установлено в данном случае так, чтобы смог работать и как расточный резец, так изготавливается отверстие 24, после просверления отверстия 20. Отверстия запрограммированы здесь не с помощью сверлильного цикла, поэтому нет необходимости смены плоскости перед и после сверления.

14 Сверлильные циклы (простой цикл сверления)

```

%O7020 (ПРИМЕР 20)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101 (ПОДРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ)
N120 G0 X82 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
N150 G79 X-1 Z5
N160 Z3
N170 Z1
N180 Z0
N190 G97 S500
N200 G0 X100 Z100
N210 T303 (СВЕРЛО)
N220 G17 G0 X0 Z50
N230 G81 X0 R2 Z-60 F0.05
N240 G18 G80
N250 G0 X100 Z100
N260 T202 (РЕЗЕЦ ДЛЯ ВЫТОЧКИ
КОНТУРА)
N270 G0 X82 Z2
N280 G71 U1 R0.5
N290 G71 P230 Q310 U0.3 W0.3 F0.5
N300 G0 X20 Z2
N310 G42 X20 Z1
N320 G1 Z-12
N330 G1 Z-24 ,A160
N340 G1 X48 ,R6
N350 G1 Z-80
N360 G1 X82
N370 G40 X84
N380 G0 X200 Z200
N390 G97 S200
N400 M30
%
```

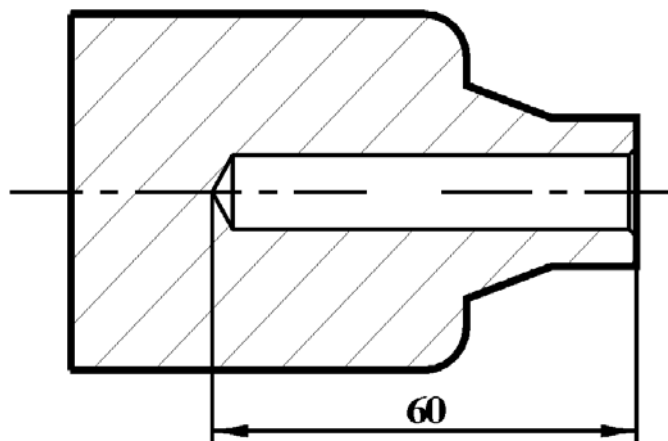


Рисунок 14

Этот пример служит для представления применения сверлильных циклов, поэтому теперь описание внешнего контура подробно не рассматривается. Самой важной задачей при программировании - это выбор оси сверления. Поскольку на нормальном токарном станке, не снабжённом вращающимся инструментом, ось Z является осью хвостовика сверла, поэтому перед программированием сверлильного цикла необходимо загрузить плоскость XU , как главную плоскость, не зависимо от того, что нет оси U . (В случае простого хвостовика сверла с осью X естественно нужно выбирать плоскость YZ .) Однако для дальнейшей обработки снова нужна будет плоскость XZ , поэтому после завершения цикла необходимо позаботиться о возвращении к первоначальному выбору плоскости. Начиная отсюда сверлильные циклы отличаются друг от друга лишь кодом G и некоторыми вспомогательными данными. У каждого сверлильного цикла - конечно, в зависимости от выбора плоскости - по адресу X запрограммировано положение отверстия, по адресу Z - основание отверстия, а по адресу R - то расстояние подвода, по которому сверло быстрым ходом подводится к заготовке. Роль R является самым важным при ступеньчатом отверстии.

Поскольку у основания отверстия требуется ожидание, в этом случае строка N230 изменится следующим образом, а остальные строки будут совершенно без изменения:

N230 G82 X0 R2 Z-60 P2,

где по адресу P запрограммировано ожидание в единице 1/оборот.

Если длина отверстия потребует автоматическую вытяжку стружек, то строка N230 изменится следующим образом, а остальные строки, будут совершенно без изменения, как это было раньше:

N230 G83 X0 R2 Z-60 Q10 E0.5,

где по адресу Q запрограммировано, сколько должно сверлить сверло одним разом, затем после отвода по адресу E задаётся, что на сколько должно приблизиться быстрым ходом к основанию предыдущего сверления.

Если длина отверстия потребует автоматическое дробление стружек, то строка N230 изменится следующим образом, а остальные строки, будут совершенно без изменения:

N230 G83.1 X0 R2 Z-60 Q10 E0.5,

где по адресу Q запрограммировано, сколько должно сверлить сверло одним разом, затем по адресу E задаётся, что сколько должно отводиться для дробления стружек.

При нарезании резьбы в строке N230 отличается по сравнению к простому сверлильному циклу лишь код G, а остальные строки, будут и теперь совершенно без изменения:

N230 G84 X0 R2 Z-60 F1,

где по адресу F [мм/об] нужно конечно запрограммировать шаг резьбы. Здесь целесообразно - из-за свойства компенсационной подкладки (пружинит только в одно направление)- запрограммировать немного меньше шага резьбы, но для этого нет конкретного способа расчёта, приходится угодить по опыту.

Естественно, для программного обеспечения известно и нарезание резьбы в отверстие с жёстким стержнем, в этом случае нужно запрограммировать G84.2, а также G84.3, но его можно применить исключительно в случае инструмента с приводом, из-за большой массы шпинделя.

15 Программирование параметрами

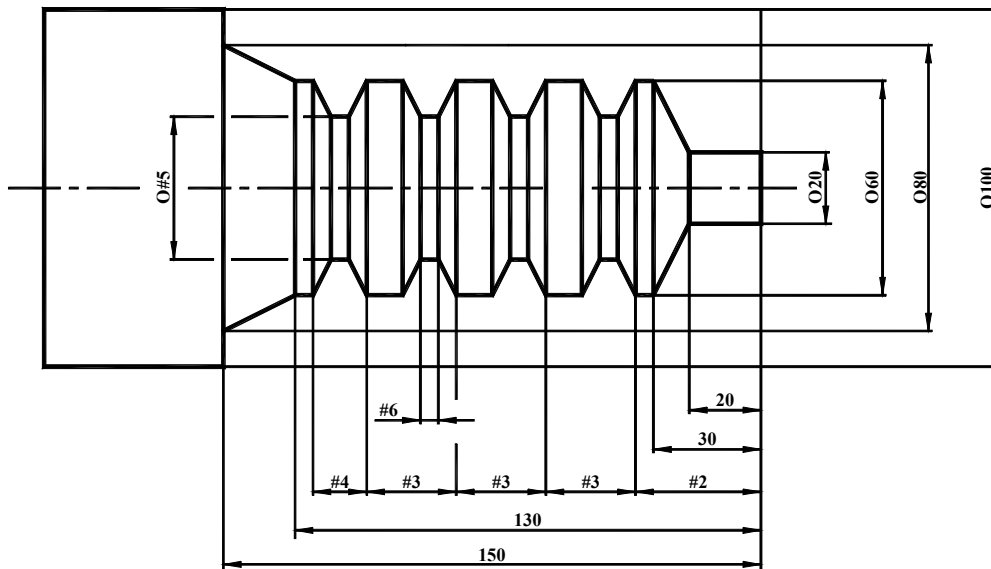


Рисунок 15

В этом примере составим строку прорезания. Количество, ширина и глубина прорезаний может меняться. При определении ширины необходимо учесть, что программа сначала по середине прорезания одним проходом удаляет большую часть материала, затем также одним проходом выполняет чистовую обработку конусов, значит, ширина конической части не должна быть больше ширины прорезного резца. Это на языке математики имеет вид: $\#6 > \#4 / 3$. Это условие можно принять во внимание и во время программирования. Построение программы совершенно похоже к примеру 17, разница лишь в том, что значения содержат не конкретные числа, а переменные. Программирование параметрами можно разделить на две большие группы. К первой группе относится, когда в программе используем переменные так.

```

%O7017 (ПРИМЕР 17)
N100 G0 X200 Z200
N110 T101 (РЕЗЕЦ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТ-
КИ)
N120 G0 X98 Z6
N130 G92 S3500
N140 G96 S150 F0.5 M3 M8
/1 N150 G72 W1 R0.5
/1 N160 G72 P180 Q240 U0.3 W0.3 F0.5
N170 G0 X200 Z200
N180 T202 (РЕЗЕЦ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТ-
КИ)
N190 G0 X20 Z5
N200 G41 X20 Z5
N210 G1 Z-20
N220 X60 Z-30
N230 Z-130
N240 X80 Z-150
N250 X102
N260 G40 X105
N270 G0 X200 Z200
N280 T303 (ПРОРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ПРАВЫЙ)
N290 G96 S80
N300 #1=1
N310 WHILE[#1LE4] DO1
N320 T303 (ПРОРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ПРАВЫЙ)
N330 G0 X62 Z-40
N340 G1 X40
N350 G4 P2
N360 G0 X62
N370 Z-35
N380 G1 X40 Z-40
N390 G4 P2
N400 G0 X62
N410 T313 (ПРОРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ПРАВЫЙ)
N420 G0 Z-50
N430 G1 X40 Z-45
N440 G4 P2
N450 G0 X62
N460 G52 ZI-25
N470 #1=#1+1
N480 END1

```


N490 X200 Z200

N500 M30

␣