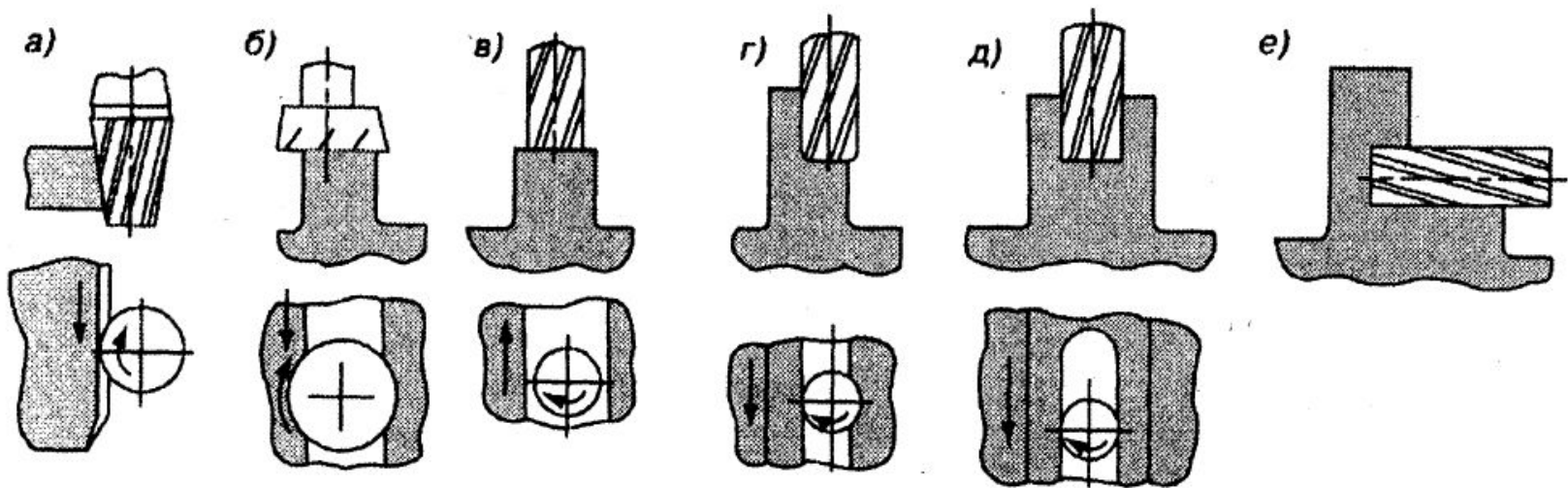


# ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

## Зоны обработки при фрезеровании

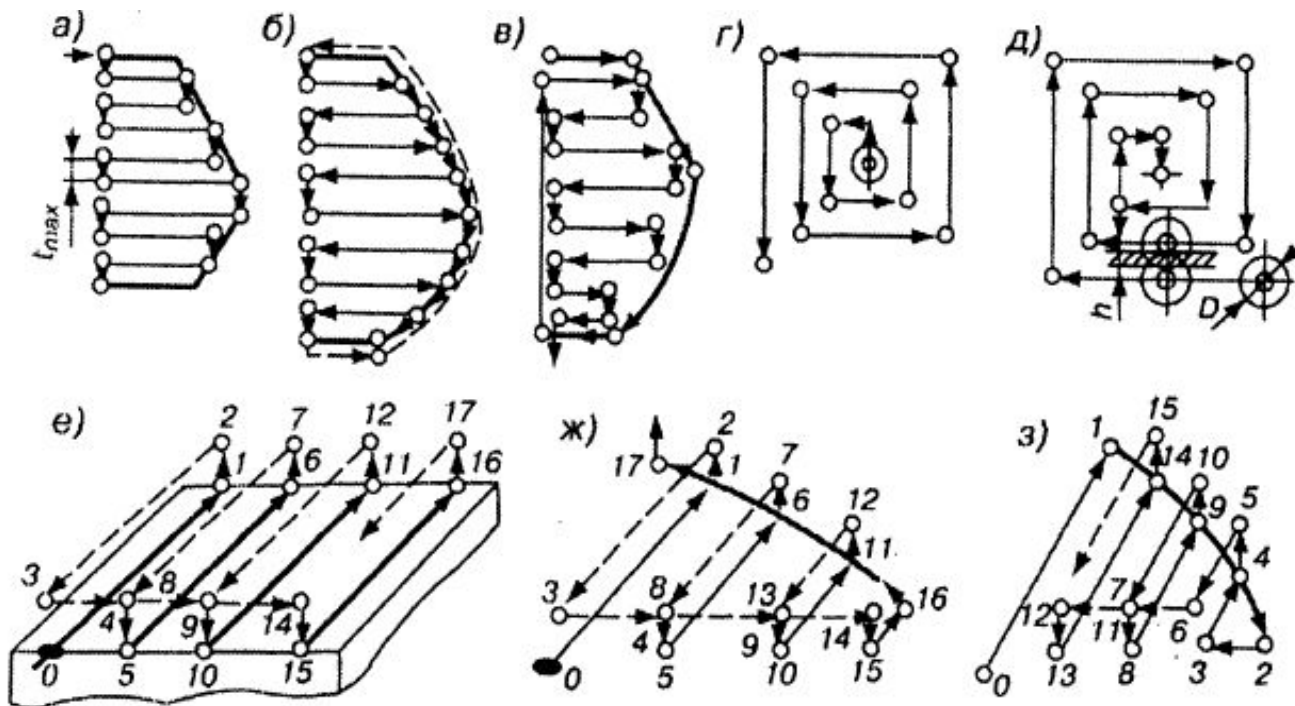
---



*a - в* — открытые; *г* — полуоткрытая; *д* — закрытая; *е* —  
комбинированная

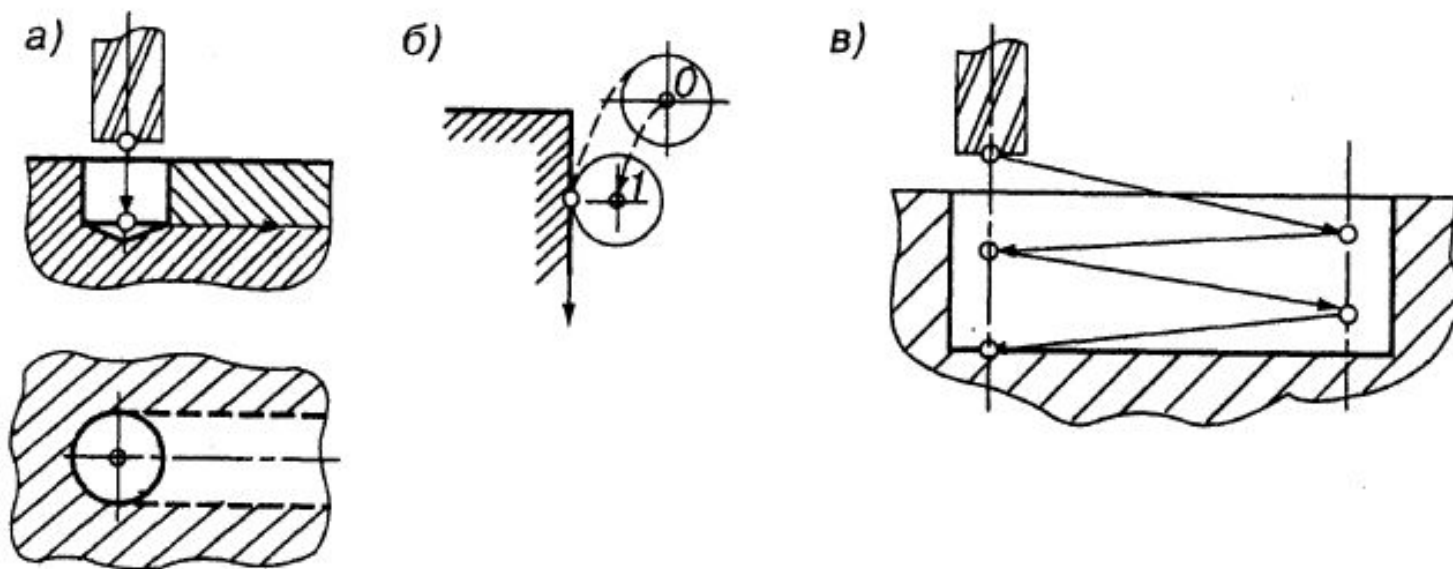
---

# Типовые схемы фрезерования



*а*— *в* - зигзагообразные (*а* — ЗИГЗАГ, *б* — 1 ЗИГЗАГ, *в* — 2 ЗИГЗАГ); *г*, *д* — спиралевидные (*г*— СПИР ПЧС, *д* — АСПИР ЧС); *е*—*з* - Ш - образного типа (*е*— ШТИП, *ж*— 1 ШТИП, *з* —2 ШТИП)

# Схемы врезания фрезы



*a* — ЗАСВ; *б* — КАС; *в* —  
СПУСК

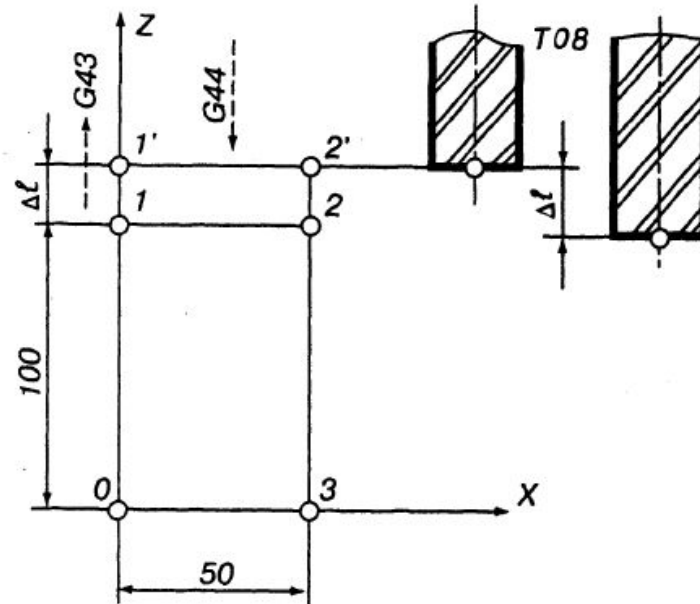
# Программирование автоматического формирования траектории инструмента при фрезеровании

---

- Траектория движения центра инструмента должна быть **эквидистантной** этой поверхности. Эквидистантная траектория центра инструмента при программировании в современных УЧПУ формируется введением **коррекции**.
  - **Линейная коррекция.** Осуществляется только параллельно осям, т. е. при прямоугольном формообразовании траекторий инструмента. При линейной коррекции происходит алгебраическое сложение заданного в кадре УП перемещения с числом, набранным на корректоре. Знак коррекции может быть указан на корректоре пульта УЧПУ или задан командой в кадре УП.
-

# Схема линейной (осевой) коррекции

---



Величина коррекции со знаком плюс набрана на корректоре L17, закрепленном за данным инструментом. В процессе работы необходимо переместить инструмент по оси Z дополнительно на величину  $\Delta l$ . Программа, обеспечивающая перемещение инструмента между точками **0 - 1' - 2' - 3 - 0**, может иметь вид:

---

# Схема линейной (осевой) коррекции

---

**N1 G91 LF**

**N2 G01 Z+100. L17 LF**

В кадре N2 по адресу  $L$  указан номер корректора (17), на котором набрана с плюсом величина  $\Delta l$ . По команде кадра инструмент переместится на величину  $(100 + \Delta l)$  мм по оси  $Z$ , т. е. в точку 1'.

**N3 X+50. LF** (перемещение по оси  $X$ )

**N4 G40 Z -100 L17 LF**

По команде G40 выполняется отмена коррекции, при этом указываются корректируемый размер и номер корректора. По этой же команде происходит считывание величины с корректора с обратным знаком, следовательно, кадром N4 программируется перемещение по оси  $Z$ , равное  $[-100 + (-\Delta l)]$  мм. По этой команде инструмент придет в точку 3.

**N5 X-50. M00 LF**

---

# Коррекция прямоугольных контуров

---

- При прямоугольном формообразовании иногда необходимо указывать коррекцию одновременно по двум осям. Команды на коррекцию при фрезеровании могут задаваться и кодироваться с адресом *L*. После буквы *L* задаются кодовые цифры 1-7, определяющие оси коррекции. Например, код L1 означает коррекцию по оси X, код L2 - коррекцию по оси Y, а код L7 - коррекцию сразу по трем осям X, Y, Z. В программе после кода указывается номер корректора, на котором должно быть установлено значение коррекции с определенным знаком. Этот знак действителен, если в кадре указаны функции **G01**, **G02** и **G03** или только адрес оси.

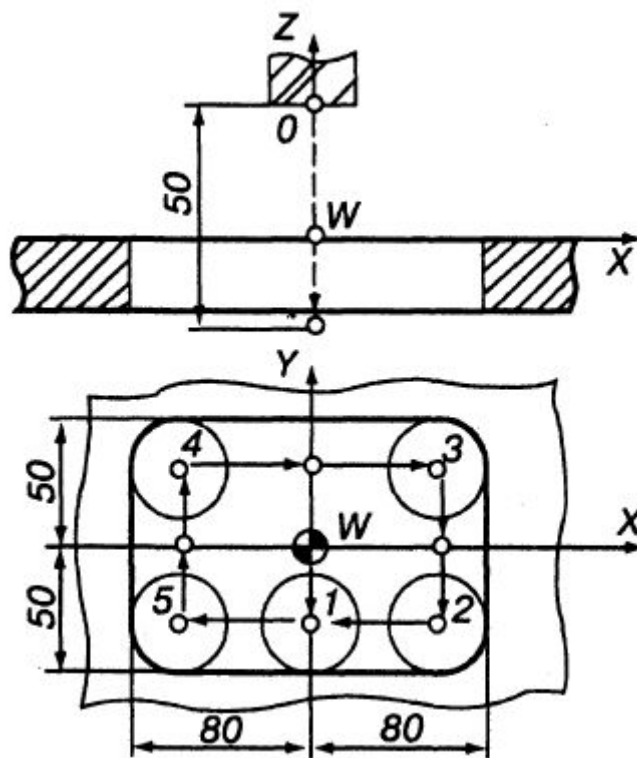
При задании подготовительных функций **G41**, **G42**, **G43** коррекция будет со знаком плюс независимо от набранного на корректоре значения, т. е. абсолютная величина. При задании подготовительных функций **G51**, **G52**, **G53** коррекция будет со знаком минус независимо от набранного на корректоре значения.

---

## Пример.

# Обработка окна с коррекцией на радиус

Необходимо обработать окно во фланце концевой фрезой, (код фрезы T09) с диаметром 19,80 мм. На корректоре 15 установим величину радиуса фрезы  $R = 9,9$  мм. Корректор 04 определим для коррекции перемещений инструмента по оси Z, а корректоры 01 и 02 - по осям X и Y соответственно





# Обработка окна с коррекцией на радиус

---

Ноль детали совмещен с точкой  $W$ , а ноль программы с точкой  $O$ .  
Программа может иметь вид:

```
% LF  
N001 G90 G17T0915 S900 M03 LF  
N002 M06 LF  
N003 G91 Z - 50. L4 04 LF  
N004 L1 01 LF  
N005 L2 02 LF
```

Кадрами N001, N002 указывается абсолютная система отсчета координат (G90), плоскость обработки (G17), код инструмента и его корректор на радиус, частота вращения шпинделя 900 об/мин по часовой стрелке (M03); и команда на замену инструмента (M06). По команде кадра N003 на ускоренной подаче (G00) инструмент из точки  $O$  перемещается вниз по оси  $Z$  на 50 мм; при этом начинает действовать относительная система отсчета перемещений (G91), перемещение по оси  $Z$  может быть откорректировано (L4 04). Кадрами N004 и N005 корректируется (при необходимости) исходное положение инструмента по осям  $X$  и  $Y$ , т. е. ось инструмента программно может быть смещена относительно точки  $W$ .

# Обработка окна с коррекцией на радиус

---

## **N006 G01 G41 Y- 50. F45 L2 15 M08 LF**

Кадр N006 указывает рабочий ход (G01) с подачей 45 мм/ мин, включение охлаждения (M08), и задает перемещение в минус по оси Y. Это перемещение составляет - 50 мм (Y- 50), но в действительности оно будет по оси Y (L2) - откорректировано. К нему будет добавлено со знаком плюс (код G41) величина корректора 15 (величина радиуса фрезы 9.8) и суммарное перемещение по оси Y будет равно  $(-50) + (+ 9,8) = 40,2$ , и центр инструмента по команде кадра придет в точку 1.

## **N007 G41 X - 80. L1 15 LF**

Кадром N007 задается перемещение инструмента в точку 5 в минус по оси X, коррекция по оси X (код L1), учитываются данные корректора 15 (9,8мм), код G41 указывает, что данные корректора надо взять со знаком плюс. Действительное перемещение в минус по X будет равно  $(-80) + (9,8) = -70,2$ . В кадре сохраняется действие кода G01 - рабочая подача, указанная в кадре N006.

---

# Обработка окна с коррекцией на радиус

---

**N008 G51 Y+ 50 . L2 15 LF**

**N009 (G51) Y+ 50 . L2 15 LF**

Перемещение из точки 5 в точку 4 задается двумя кадрами (N008, N009) из-за необходимости дважды ввести коррекцию. Код G51 указывает, что данные корректора 15 надо учитывать со знаком минус. Действительное перемещение центра инструмента будет равно  $(+50 + 50) - (9,8 + 9,8) = +80,4$  мм.

**N010 (G51) X+80. L1 15 LF**

**N011 (G51) X+80. L1 15 LF**

Кадрами N010-N011 программируете перемещение инструмента на рабочей подаче от точки 4 до точки 3 по оси X. Перемещение от точки 4 до точки 3 также задается **двумя кадрами** в связи с необходимостью дважды ввести коррекцию (по данным корректора 15). Величина коррекции принимается с минусом, так как указана функция G51 (функция указана в кадре N008).

---

# Обработка окна с коррекцией на радиус

---

**N012 G41 Y -50. L2 15 LF**

**N013 (G41) Y -50. L2 15 LF**

**N014 (G41) X -80. L1 15 LF**

Кадры N012 - N013 обеспечивают перемещение инструмента из **точки 3 в точку 2**, в минус по оси Y. Как и в остальных кадрах в них действует указание функции G01 (рабочая подача) из кадра N006, и дважды корректируется перемещение по оси Y (код L2), коррекция со знаком плюс (код G41) берется с корректора 15. Командой кадра N014 инструмент перемещается из **точки 2 в точку 1** в минус по оси X, коррекция со знаком плюс (код G41) берется с корректора 15.

---

# Обработка окна с коррекцией на радиус

---

**N015 G00 G51 Y+50. L2 15 M09 LF**

Возврат инструмента в точку *W* перемещением в плюс по оси *Y* на ускоренной подаче (G00) с коррекцией знака минус (G51) с корректора 15 по оси *Y*(L2). Отключается охлаждение (M09).

**N016 G40 L1 01 LF**

**N017 G40 L2 02 LF**

**N018 (G00) G40 Z+50. L4 04 LF**

**N019 M02 LF**

Кадрами N016 - N017 отменяется коррекция (код отмены коррекции G40) по осям *X*, *Y*. Кадр N018 - инструмент на ускоренной подаче поднимается по оси *Z* на 50 мм и отменяется коррекция по оси *Z*. Кадр N019 - конец программы (M02).

---

# Программирование методом подпрограмм

---

Современные УЧПУ имеют достаточно большой набор (до 1000) постоянных **подпрограмм**. Постоянные подпрограммы, составленные для различных инструментов, охватывают наиболее часто повторяющиеся схемы и циклы обработки. Как правило, постоянные подпрограммы выражены в формальных параметрах, с помощью которых и задается действительная траектория движения инструмента. Наиболее часто формальные параметры задаются латинскими буквами R, P или E с двух- или трехзначными числами или специальными знаками с цифрами после них. Каждая типовая подпрограмма имеет определенный формат, которым записывается и вызывается в кадрах основной УП. Типовые подпрограммы могут быть оформлены как **постоянные циклы** со сложным форматом кадра для их осуществления.

---

## Пример

# Обработка прямоугольного паза

---

Подпрограмма представлена как постоянный цикл, параметры которого задаются по определенным адресам, а сам цикл вызывается кодом G87.

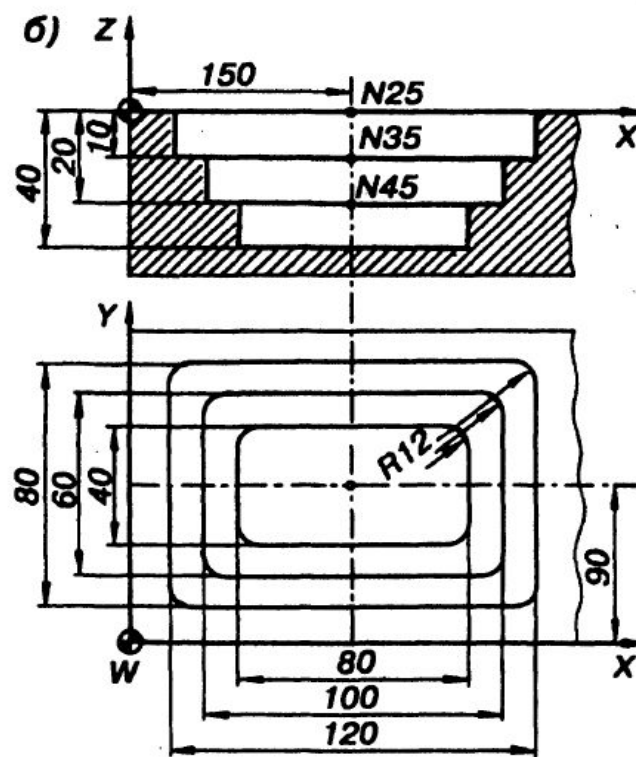
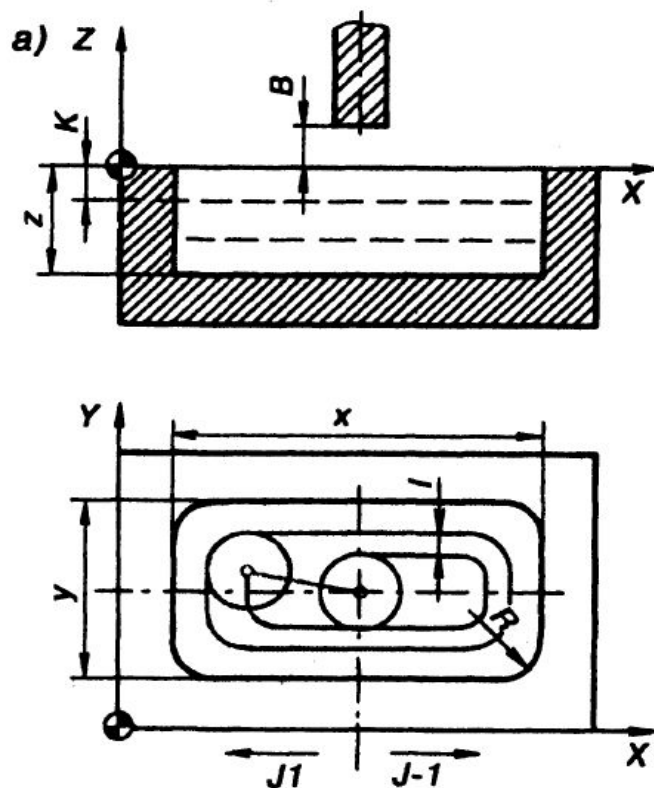
Формат кадра вызова

**G87 X...Y...Z...B...R...I...J... K...F...S...T...M...**

В кадре по адресам *X-R* задаются размеры паза и недоход фрезы до торца детали (*B*). По адресу *I* задаются проценты от диаметра примененной фрезы (не более 40), по адресу *J* - условный код -1 или +1, определяющий направление обхода контура, *K* - припуск по глубине, снимаемый за один ход, *F*, *S* - режимы обработки, *T* - код инструмента, *M* (*M06*) - команда на его установку. Начальная точка исполнения цикла - центр паза.

---

# Обработка прямоугольного паза



а - типовая схема; б - соосные пазы



# Обработка прямоугольного паза

---

Для детали с концентрично расположенными пазами фрагмент УП может быть следующим:

**N15 T0404 S1200 M03 M06 LF**

**N20 G87 X120. Y80. Z -10. B2. R12. I30 K10. J -1 F60 LF**

**N25 G79 X150. Y 90. Z0. LF**

**N30 G87 X100. Y60. . Z -10. B2. R12. I30 K10. J -1 F45 LF**

**N35 G79 X150. Y 90. Z -10. LF**

**N40 G87 X80. Y40. Z -10. B2. R12. I30 K10. J-1 F45 LF**

**N45 G79 X150. Y90. Z -20. LF**

**N50 G00 Z2. LF**

Кадр N15 задает инструмент, например фрезу диаметром 15 мм (код 04, корректор 04), частоту вращения шпинделя, направление вращения (по часовой стрелке) и команду на установку инструмента. Кадры N20, N30, N40 задают параметры постоянного цикла (G87) в соответствии с размерами пазов. Параметр I задается в % от диаметра фрезы. Кадры N25, N35, N45 осуществляют запуск этих циклов в работу (код G79) с указанием координат точки запуска (X, Y, Z) в принятой системе координат детали.

---