

## Лабораторная работа №3 «Выборка металла в зоне»

**Цель работы:** Выборка металла в зоне с использованием программы «САП ЧПУ» Рассмотрим три вида выборки: по схеме «петля», по схеме «зигзаг» и схеме «эквидистанта»

**Исходные данные:** Исходными данными являются три контура.

**Методика работы:**

### ВЫБОРКА МЕТАЛЛА В ЗОНЕ

В САПР-ЧПУ возможно автоматическое построение траектории инструмента для выборки металла в зоне, ограниченной заданным контуром. В данной версии системы имеются 3 оператора-выборки. Контур, ограничивающий зону выборки, описывается как участок: NY<I>; ... KY<I>; Формат оператора выборки:

ВЫБП<I>; Н; Т; S; Р; R; SP; SX; TT; КЦ;  
<З>  
<Э>

ВЫБП - выборка по схеме "петля";  
ВЫБЗ - выборка по схеме "зигзаг";  
ВЫБЭ - выборка по схеме "эквидистанта";

где,

I - номер участка, ограничивающего зону выборки.

H, T, S, P, R, SP, SX, TT - параметры выборки (идентификаторы или конструкции с арифметическим выражением, например: T1; H/3;).

КЦ - фраза, ограничивающая список параметров.

Для некоторых выборок используются не все параметры. Последовательность параметров в списке - произвольная.

В зависимости от типа, параметров выборки и конфигурации контура, ограничивающего зону выборки, автоматически рассчитывается траектория инструмента внутри зоны.

### ПРАВИЛА, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ ВЫБОРОК

- а). Перед выполнением выборки инструмент должен находиться в начальной точке участка.б
- б). Движение перед выборкой должно быть ограничено одним из операторов: ТК, ДО ТК, ДО ПР, ДО КР.
- в). Участок должен быть замкнутым.
- г). Участок должен содержать фразу ФР+ или ФР-, задающую положение центра инструмента при движении вдоль контура, но оператор Р (расстояние от центра инструмента до контура в участке не указывается. Для "эквидистантной" выборки допускается не указывать операторы ФР+;ФР-;.
- д). При черновой обработке припуск для чистового прохода оставляется только для элементов участка, движение вдоль которых осуществляется с ФР+ или ФР-. При движении по элементу с ФР0 припуск не оставляется.
- е). После выполнения выборки инструмент будет находиться в начальной точке участка.
- ж). После выполнения выборки можно использовать любой оператор движения, в том числе ДО ТК, ПР, +КР, -КР.
- з). Выборки можно выполнить с поворотом на угол, если оператор выборки заключить в участок. При выполнении такого участка можно заменять параметры выборки.

Пример:

NY1; <КОНТУР, ОГРАНИЧИВАЮЩИЙ ЗОНУ ВЫБОРКИ> KY1;

NY0;ВЫБЗ1;H/10;R/10;КЦ;KY0;

HP0; ...ОБУ0;PF\*F/30.;R/10\*R/15;B/1; ...

и). Если в операторе выборки одновременно не заданы (или равны нулю) параметры H, T, S, то выборка не выполняется.

# 1. Выборка по схеме " ПЕТЛЯ "

Общие сведения: Выборка по схеме "петля" используется при обтачивании наружных и растачивании внутренних поверхностей деталей на токарных станках, а также в ряде случаев при обработке открытых пазов на фрезерных станках.

Необходимо обработать поверхность (рис. 1)

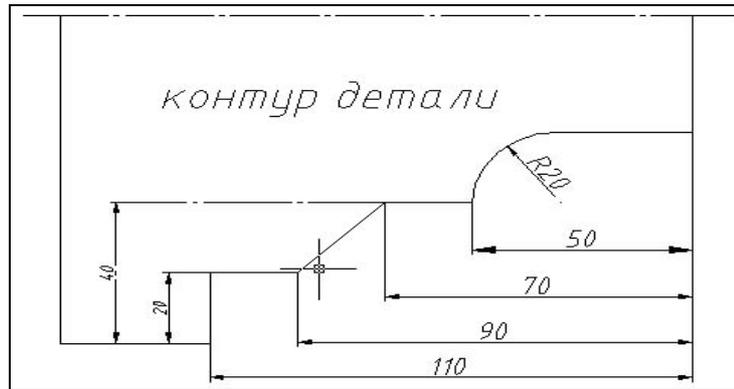


Рисунок 1 – Контур детали

## 1.1. Требования к участку:

- Последний элемент участка - прямая, задающая направление проходов инструмента при выборке зоны (в нашем примере это будет ПР2, см. рис. 2).
- Перемещение по первому и последнему элементам участка осуществляется с ФР0.
- Внутри участка операторы коррекции и оператор N (частота вращения шпинделя) действуют только на чистовом проходе.

## 1.2. Описание принципа составления программы:

### 1.2.1. Заголовок программы:

ПРОГРАММА=petlya;

Обработка может производиться фрезерованием, либо существует вариант обработки этого же контура на токарном станке

СТАНОК=205;

### 1.2.2. Описание данных:

Производим описание элементарных элементов контура, по знакомому нам алгоритму языка САП ЧПУ (рис. 2)

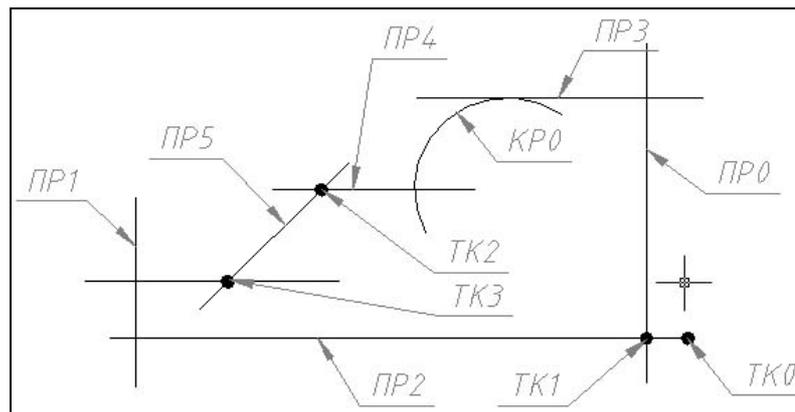


Рисунок 2 – Схема для описания данных

ТК0=150, 0; ТК1=120, 0; ТК2=30, 20; ТК3=50, 40; ПР0=X/120; ПР1=X/10; ПР2=Y/0; ПР3=Y/60; ПР4=Y/40; ПР5=ТК2, ТК3; ПР6=Y/20; КР0=90, 40, 20;

### 1.2.3. Описание процедуры:

а) Описание выборки, т.е. описание замкнутого контура, где будет происходить выборка.

НУ0; S/100; ТК1; ПР0; ФР-; ПР3; S/60; +КР0; МХТК; ПР4; ПР5; ПР6; ПР1; ФР0; S/8000; ПР2; ТК1; КУ0;

б) Параметры выработки:

ВЫБП<I>; [Н;] [Т;] [S;] [R;] [SP;] [ТТ;] КЦ; где,

Выполнил студент 5 курса Юрий Каузов Создал Virabotka\_CPU.doc <http://ms.ystu.ru> [KalachevON@ystu.ru](mailto:KalachevON@ystu.ru)

Н - величина съема металла при каждом черновом проходе (если параметр не задан, черновые проходы не осуществляются);

Т - припуск под чистовой проход (если параметр не задан, припуск не оставляется);

S - коэффициент увеличения (или уменьшения) всех подач в участке при чистовом проходе (если параметр не задан, чистового прохода не будет);

R - радиус закругления вершины резца (или радиус фрезы);

ТТ- порядковый номер геометрического элемента контура, который определяет направление проходов в выборке. Если он не задан то направление проходов в выборке определяется по последнему геометрическому элементу контура выборки;

SP- рабочая подача на черновых проходах (при незаданном параметре за рабочую принимается подача, установленная до выборки);

Подача холостого хода задается в участке перед последним перемещением.

в) Варианты возможных выборок (рис. 3):

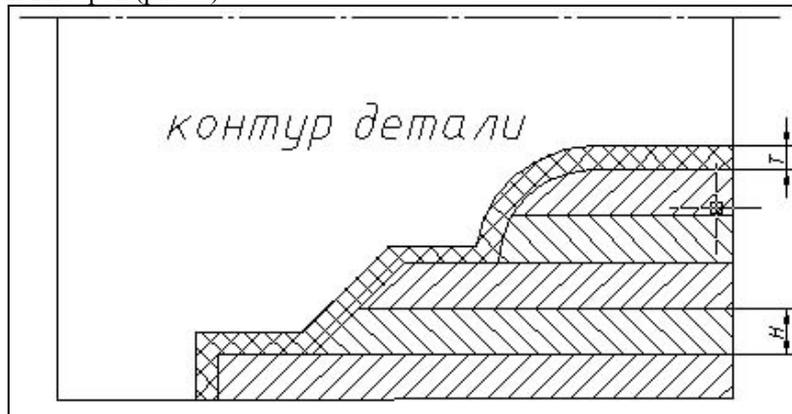


Рисунок 3 – Схема выборки

- Выполняются черновые проходы и чистовой проход: ВЫБПО; Н/5; Т/10; S/1; R/10; КЦ;
- Выполняются только черновые проходы, чистовой проход не выполняется, но припуск 1 мм под чистовую обработку оставляется: ВЫБПО; Н/5; Т/10; R/10; КЦ;
- Черновые проходы не выполняются, сразу выполняется чистовой проход: ВЫБПО; Т/10; S/1; R/10; КЦ;
- Выполняются только черновые проходы, припуск под чистовую обработку не оставляется: ВЫБПО; Н/5; R/10; КЦ;

г) Описание передвижения инструмента:

НПО;

S/8000; N/600; ТК0; ТК1; ВЫБПО; Н/5; Т/10; S/1; R/10; КЦ; ТК0;

КПО;

### 1.3. Схема движения инструмента

Схема рабочих проходов: 0-1-2-3-0-4-5-6-1-7-8-5-4-9-10-11-12-13-10-0 (рис. 4)

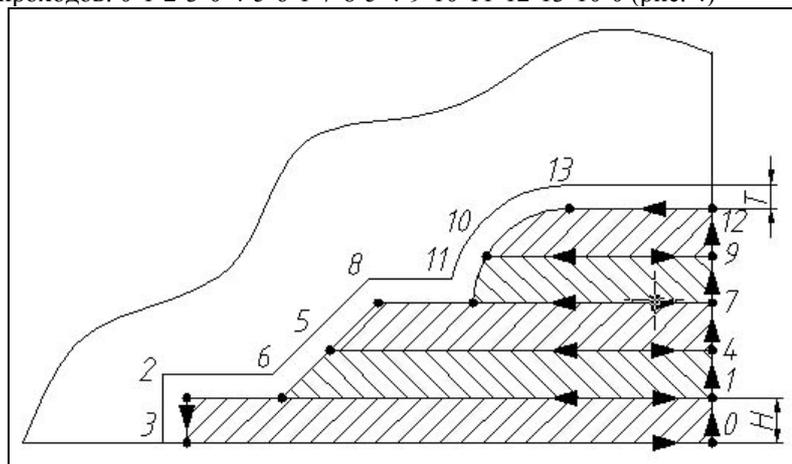


Рисунок 4 – Схема рабочих проходов

а). Выборка зоны осуществляется по прямым, параллельным последнему элементу участка и отстоящим от него на величину Н, 2Н, 3Н и т.д. Будем называть эти прямые прямыми прохода. Рабочая подача на прямых прохода - SP, подача ускоренного хода - это подача в участке перед последним перемещением.

б). Переход с одной прямой прохода на другую осуществляется по контуру (ФР0) или по эквидистанте на расстоянии Т+R от контура (ФР+, ФР-) с подачами, заданными в участке.

в). При рабочих проходах, ближайших к элементам контура, съем металла может быть меньше Н.

г). Перед числовым проходом инструмент возвращается в начальную точку участка по кратчайшему расстоянию, если при этом он не пересекает контур детали. В случае неизбежности соударения инструмента с

деталью на данном пути возврата в начальную точку контура выборки, переход в эту точку осуществляется вдоль контура выборки. Чистовой проход осуществляется на расстоянии R от контура с подачами, заданными в участке и умноженными на коэффициент S.

#### 1.4. Текст программы:

```
ПРОГРАММА=petlya;  
СТАНОК=205;  
ТК0=150, 0;  
ТК1=120, 0;  
ТК2=30, 20;  
ТК3=50, 40;  
ПРО=X/120;  
ПР1=X/10;  
ПР2=Y/0;  
ПР3=Y/60;  
ПР4=Y/40;  
ПР5=ТК2, ТК3;  
ПР6=Y/20;  
КРО=90, 40, 20;  
!  
НУ0;  
ТК1;ПРО;ФРО;ПР3;+КРО;МХТК;ПР4;ПР5;ПР6;ПР1;ФРО;ПР2;ТК1;  
КУ0;  
НПО;  
S/8000;N/600;ТК0;ТК1;ВЫБПО;Н/5;Т/10;S/1;R/10;КЦ;ТК0;  
КПО;  
!
```

#### Результат работы:

Графическое отображение обработки (рис. 5)

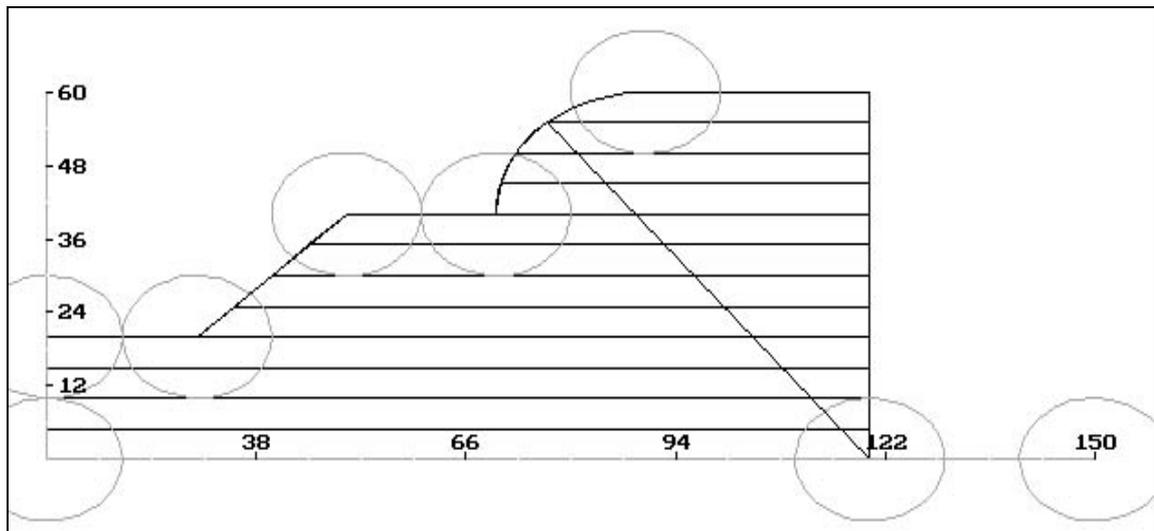


Рисунок 5 – Результат работы

## 2. Выборка по схеме "ЗИГЗАГ"

Общие сведения: Выборка по схеме "зигзаг" (рис. 6) используется при фрезеровании карманов различной конфигурации, в том числе областей содержащих препятствия типа бобышек.

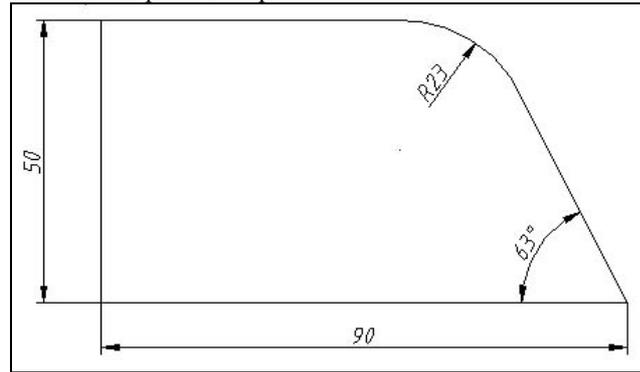


Рисунок 6 – Исходный контур

### 2.1. Требования к участку:

- Первые два элемента в участке - элементы подхода к контуру выборки, последние два элемента - элементы схода с контура. Это могут быть две прямые или прямая и окружность.
- Третий элемент в участке - задает направление проходов инструмента в выборке. Если это окружность, то касательная в начальной точке будет определять направление проходов.
- Врезание в металл по Z перед выборкой и подъем по Z после выборки выполняются соответственно перед оператором "ВЫБЗ" и после этого оператора, а не в участке.
- Частота вращения шпинделя N задается перед оператором ВЫБЗ, а не в участке.
- В участке можно использовать операторы коррекции радиуса инструмента. Ввод и сброс коррекции задают по общим правилам. При контурной коррекции для автоматического скругления контура необходимо указать радиус инструмента с помощью оператора R. Коррекция вводится на элементах подхода к контуру, отменяется на элементах схода с контура. Операторы коррекции игнорируются на черновых и получистовом проходах и выполняются только на чистовом проходе.

### 2.2. Описание принципа составления программы:

#### 2.2.1. Заголовок программы:

```
ПРОГРАММА=zigzag;  
СТАНОК=205; Обработка производится фрезерованием
```

#### 2.2.2. Описание данных:

Производим описание элементарных элементов контура, по знакомому нам алгоритму языка САП ЧПУ (рис. 7).

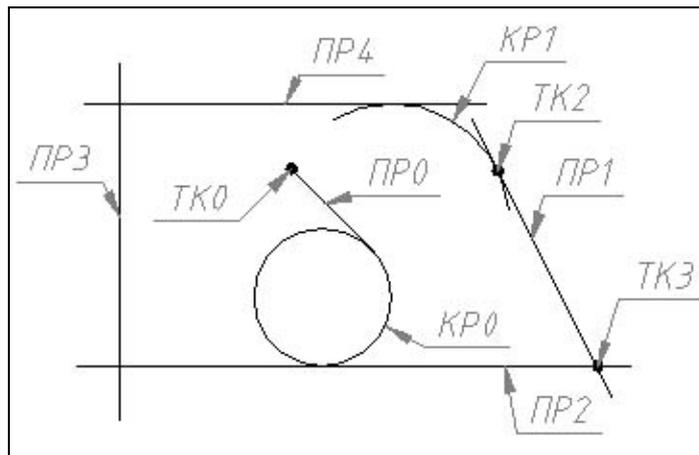


Рисунок 7 – Схема для описания данных

```
ТК1=40, 30; ТК2=80, 50; ТК3=100, 10; КР0=50, 20, 10; КР1=70, 50, 10; ПР0=ТК1, БХКР0;  
ПР1=ТК3, БХКР1; ПР2=Y/10; ПР3=X/10; ПР4=Y/60; ПР5=БХКР0, ТК1;
```

#### 2.2.3. Описание процедуры:

а) Описание выборки, т.е. описание замкнутого контура, где будет происходить выборка.

```
НУ0;  
S/100; ТК1; P/10; ПР0; ДОКР0; ФР+; -КР0; ПР2; ПР3; ПР4; -КР1; ПР1; ПР2; ФР0; -  
КР2; S/1000; ПР5; ТК1;
```

КУ0;

**б) Параметры выработки:**

ВЫБЗ<I>; [H;] [T;] [S;] R; [P;] [SP;] [SX;] [TT] КЦ; где,

H - величина съема металла за один черновой проход (если параметр не указан, черновые проходы не осуществляются);

T - припуск под чистовую обработку (если параметр не указан, припуск не оставляется);

S - коэффициент увеличения (или уменьшения) подачи на чистовом проходе (если параметр не задан, чистового прохода не будет);

R - радиус фрезы;

SP- рабочая подача на черновых проходах (при незаданном параметре за рабочую принимается подача, установленная до выборки);

P - величина подъема и опускания по Z после черновой обработки при переходе в начальную точку участка (при незаданном параметре переход осуществляется без поднятия инструмента);

SX- подача ускоренного подъема и опускания по Z при переходе в начальную точку участка после рабочих проходов (задается, если задан P);

TT- параметр задающий необходимость осуществления получистового прохода.

**в) Описание передвижения инструмента (рис. 8):**

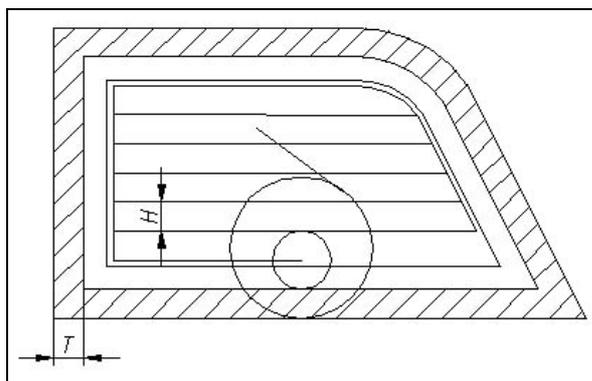


Рисунок 8 – Схема выборки

НПО;

S/8000; N/60; ТК0; ТК1; Z/-120; ВЫБЗ0; H/9; R/5; S/1; T/2.5; КЦ;

КПО;

**2.3. Схема движения инструмента**

Схема рабочих проходов: 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-10-3-14-0 (рис. 9)

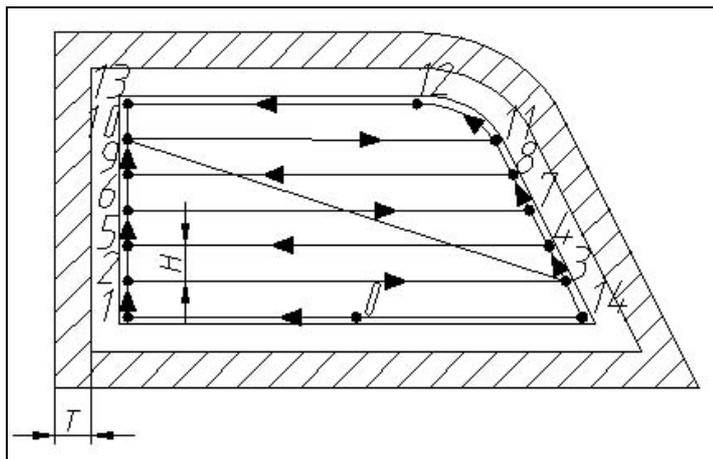


Рисунок 9 – Схема рабочих проходов

**а).** Выборка зоны осуществляется по прямым, параллельным третьему элементу участка. Первая прямая отстоит от третьего элемента на расстоянии T+R, остальные прямые отстоят друг от друга на расстоянии H. Подача на прямых прохода - SP.

**б).** Переход с одной прямой на другую осуществляется по контуру (ФР0) или по эквидистанте на расстоянии T+R от контура (ФР+, ФР-) с подачами, заданными в участке.

**в).** В отличие от выборки по схеме "петля" холостых ходов нет, направление фрезерования меняется.

**г).** При проходах, ближайший к элементам контура, съем металла может быть меньше H.

д). После завершения черновых проходов выполняется подъем инструмента на величину, задаваемую параметром Р (если параметр Р не задан, подъем не осуществляется). Сначала подъем производится на 1 мм с подачей SP (или 100 мм/мин, если параметр SP не задан). Затем подъем продолжается с ускоренной подачей SX (или 1000 мм/мин, если параметр SX не задан).

е). После подъема инструмент возвращается в начальную точку участка с подачей SX, выполняется опускание на величину Р сначала на ускоренной подаче SX (или 1000 мм/мин), потом на подаче SP (или 100 мм/мин).

ж). Выполняется получистовой проход вдоль контура на расстоянии T+R от него с подачами, заданными в участке. Проход оканчивается в начальной точке участка.

з). Если параметр S задан, то выполняется чистовой проход вдоль контура на расстоянии R от него с подачами, заданными в участке и умноженными на S. На элементах подхода вводится коррекция радиуса инструмента (если она есть в участке).

и). Необходимость выполнения получистового прохода управляет параметр TT, который может принимать следующие значения:

0-получистовой проход не делать (отсутствие параметра в обращении эквивалентно 0 значению);

1-получистовой проход делать в направлении описания участка;

2-получистовой проход делать в направлении противоположном описанию участка;

## 2.4. Текст программы:

```

ПРОГРАММА=zigzag;
СТАНОК=205;
ТК1=40, 30;
ТК2=80, 50;
ТК3=100, 10;
КР0=50, 20, 10;
КР1=70, 50, 10;
ПРО=ТК1, ВХКР0;
ПР1=ТК3, ВХКР1;
ПР2=Y/10;
ПР3=X/10;
ПР4=Y/60;
ПР5=ВХКР0, ТК1;
!
НУ0;
S/100;ТК1;P/5;ПРО;ДОКР0;ФР+;-КР0;ПР2;ПР3;ПР4;-КР1;ПР1;ПР2;ФР0;-КР0;S/1000;ПР5;ТК1;
КУ0;
НПО;
S/8000;N/60;ТК1;Z/-120;ВЫВ30;Н/9;R/5;S/1;T/2.5;КЦ;
КПО
!
```

## Результат работы:

Графическое отображение обработки (рис. 10)

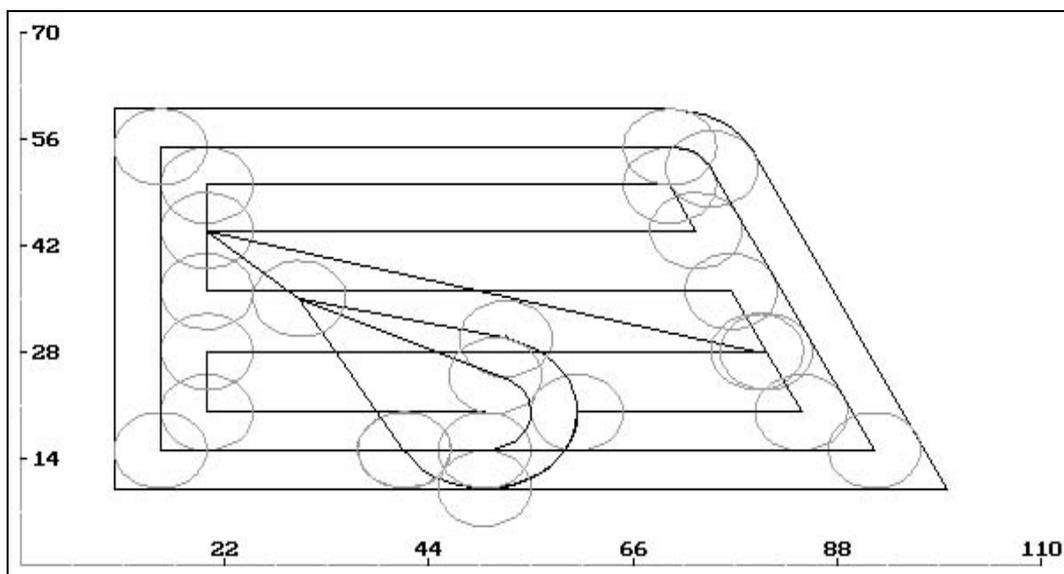


Рисунок 10 – Схема рабочих проходов

### 3. Выборка по схеме "ЭКВИДИСТАНТА"

Выборка по схеме "эквидистанта" используется при фрезеровании карманов различной конфигурации, в том числе областей, содержащих препятствия типа бобышек, а также при торцевании поверхностей (рис. 11).

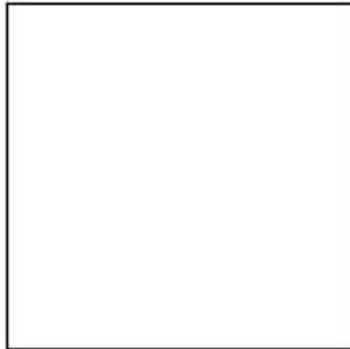


Рисунок 11 – Исходный контур

#### 3.1. Требования к участку:

Требования к участку ограничивающему зону выборки по схеме "эквидистанта" аналогичны требованиям к участку в выборке по схеме "зигзаг".

#### 3.2. Описание принципа составления программы:

##### 3.2.1. Заголовок программы:

ПРОГРАММА=ekvid;

СТАНОК=205; Обработка производится фрезерованием

##### 3.2.2. Описание данных:

Производим описание элементарных элементов контура, по знакомому нам алгоритму языка САП ЧПУ (рис. 12)

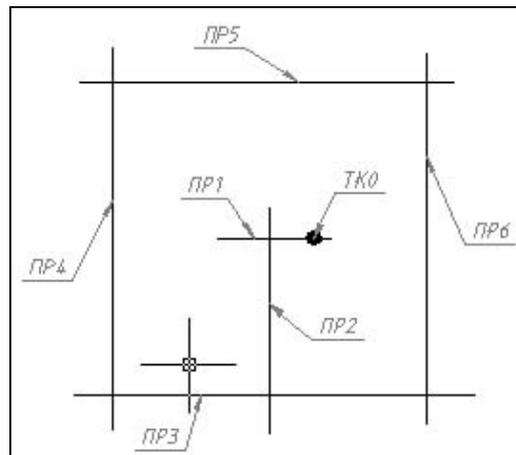


Рисунок 12 – Схема для описания данных

TK0=60, 50; PR1=Y/50; PR2=X/50; PR3=Y/0; PR4=X/0; PR5=Y/100; PR6=X/100;

##### 3.2.3. Описание процедуры:

а) Описание выборки, т.е. описание замкнутого контура, где будет происходить выборка.

HУ0;

TK0; PR1; PR2; ФР+; PR3; PR4; PR5; PR6; КР3; ФР0; PR2; PR1; TK0;

КУ0;

б) Параметры выработки:

ВЫВЭ<I>; [H;] [T;] [S;] R; [P;] [SP;] [SX;] КЦ;

H - величина съема металла за один черновой проход-виток (если параметр не указан, черновые проходы не осуществляются);

T - припуск под чистовую обработку (если параметр не указан, припуск не оставляется);

S - коэффициент увеличения (или уменьшения) подачи на чистовом проходе (если параметр не задан, чистового прохода не будет);

R - радиус фрезы;

SP- рабочая подача на черновых проходах и переходах с внешнего витка на внутренний (при незаданном параметре за рабочую принимается подача, установленная до выборки);

P - величина подъема и опускания по Z после черновой обработки при переходе в начальную точку участка (при незаданном параметре переход осуществляется без поднятия инструмента);

SX- подача ускоренного подъема и опускания по Z при переходе в начальную точку участка после рабочих проходов (задается, если задан P).

в) Описание передвижения инструмента (рис. 13):

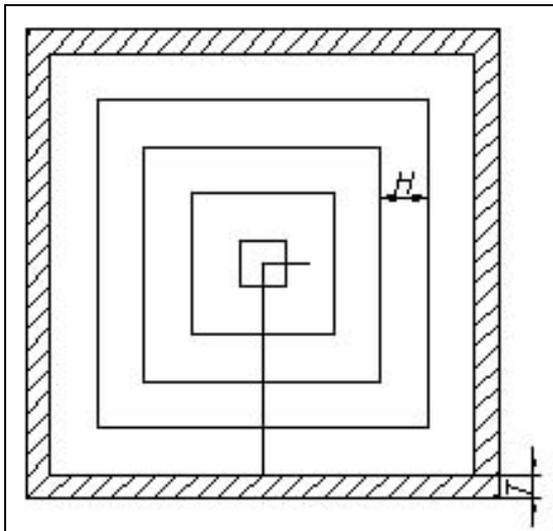


Рисунок 13 – Схема выборки

НПО;

S/8000;N/600;TK0;ВЫБЭ0;H/10;R/10;S/1;T/5;КЦ;

КПО;

### 3.3. Схема движения инструмента:

0-1-2-3-4-5-6-2-7-8-9-10-11-7-12-13-14-15-16-12-17-18-19-20-21-17-2-1-0

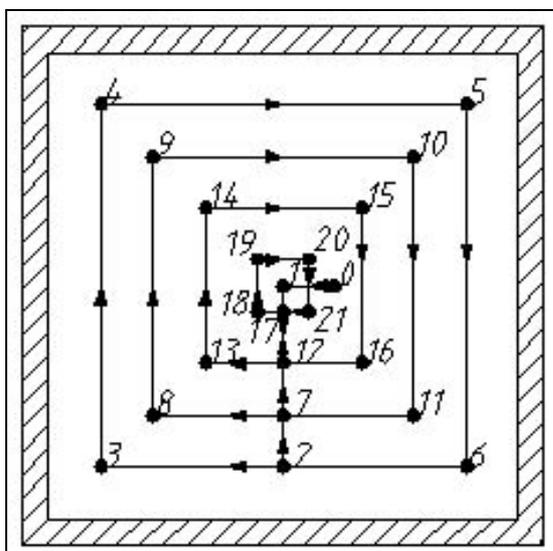


Рисунок 14 – Схема рабочих проходов

Первый рабочий проход выборки-"виток", строится эквидистантно к внешнему контуру участка (участок без элементов подхода и отхода) внутрь обрабатываемой зоны. Расстояние от первого витка до контура равно  $T+H$ , где T-припуск на чистовую обработку, H-величина съема металла за один черновой проход.

Каждый последующий "виток" строится внутри предыдущего. Расстояние между двумя очередными витками равно H.

Переход с "витка" на "виток" осуществляется по прямой соединяющей начальную точку контура наружного "витка" к начальной точке контура внутреннего "витка".

После выполнения самого внутреннего (последнего) "витка" инструмент переводится в начальную точку контура отхода инструмента, для возврата по ним в начальную точку контура участка. Переход осуществляется на высоте плоскости безопасности задаваемой параметром P. При отказе от чистовой обработки переход осуществляется сразу в начальную точку участка. При образовании нескольких внутренних "витков" внутри внешнего сначала обрабатывается первый из них, а затем осуществляется переход в плоскости безопасности к началу следующего. Причем, как и в "зигзаге", опускание из плоскости безопасности осуществляется на свободное от металла место с последующим подходом к началу "витка" на рабочей подаче.

### 3.4. Текст программы:

```
ПРОГРАММА=FOUR;  
СТАНОК=205;  
ТК0=60, 50;  
ПР1=Y/50;  
ПР2=X/50;  
ПР3=Y/0;  
ПР4=X/0;  
ПР5=Y/100;  
ПР6=X/100;  
!  
НУ0;  
ТК0;ПР1;ПР2;ФР+;ПР3;ПР4;ПР5;ПР6;ПР3;ФР0;ПР2;ПР1;ТК0;  
КУ0;  
НП0;  
S/8000;N/600;ТК0;ВЫБЭ0;Н/10;R/10;S/1;Т/5;КЦ;  
КП0;  
!
```

### Результат работы:

Графическое отображение обработки (рис. 15)<sup>1</sup>

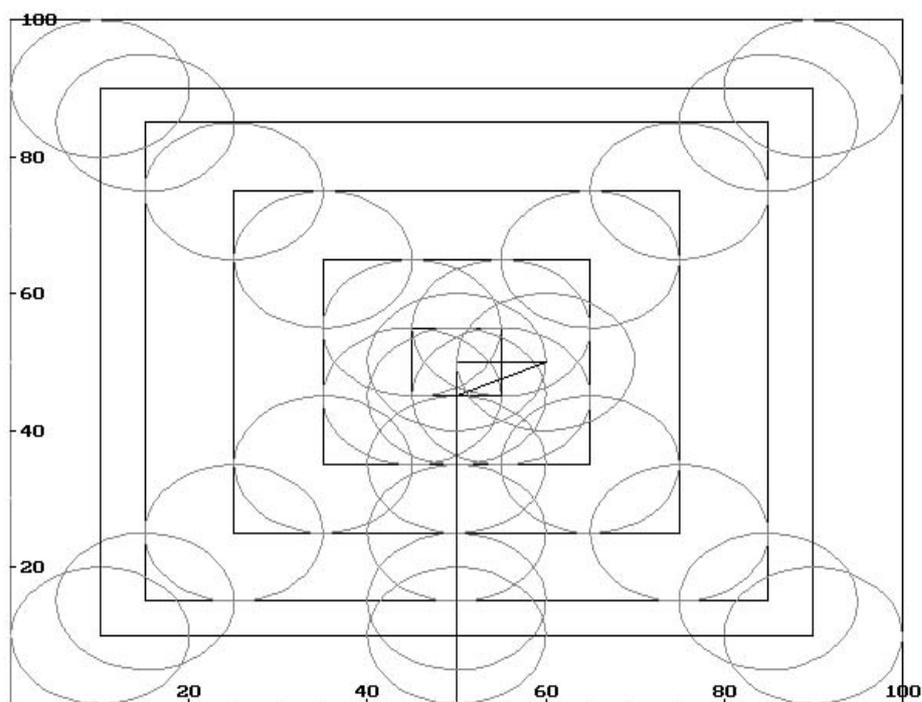


Рисунок 15 – Результат работы

<sup>1</sup> В работе есть некоторые небольшие неточности... Попробуйте их выявить и исправить  
Выполнил студент 5 курса Юрий Каузов Создал Virabotka\_CPU.doc <http://ms.ystu.ru> [KalachevON@ystu.ru](mailto:KalachevON@ystu.ru)