



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0046

„Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

**ПЪРВА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
ЗА МЛАДИ УЧЕНИ,
ДОКТОРАНТИ И
ПОСТДОКТОРАНТИ
„YOUNGFIT“ 2014**

Разработване на постпроцесор, генериращ режим на полярна интерполация за стругови центри с използването на G-POST

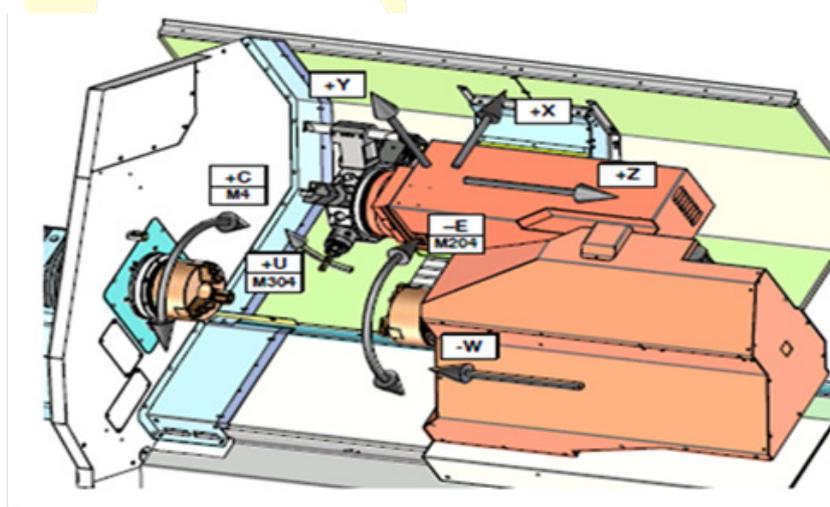
Петър Хаджийски, Цветан Калдъшев, Виктор Митов

Резюме: В настоящият доклад е изследвана възможността за създаването на постпроцесор генериращ режима на полярна интерполация за стругови центри с използването на G-POST и специализиран език FIL.

Ключови думи: *постпроцесор, полярна интерполация, G-POST, FIL*

I. ВЪВЕДЕНИЕ

При редица ротационни детайли се налага да се обработват отвори, които са изместени спрямо оста на детайла или не са успоредни на същата ос, да се обработват канали и други повърхнини. Това налага при едно установяване на детайла да се изпълняват различни операции: струговане, фрезование, свредловане, нарязване на резби и т.н. В такива случаи се използват стругови центри [1]. В зависимост от компоновката, тези машини могат да бъдат с един или два супорта, с насрещно вретено, с ос Y. На фиг. 1 е показана компоновка на стругов център Emco Maxxturn 45 с ос Y.



Фиг. 1 Компоновка на стругов център Emco Maxxturn 45 с ос Y

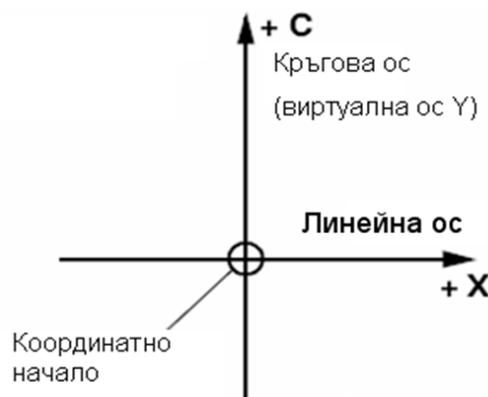
Някои от струговите центри нямат ос Y, което намалява технологичните им възможности. Повечето машини с ос Y имат сравнително ограничен работен ход по

Инвестира във вашето бъдеще!

Разработване на постпроцесор, генериращ режим на полярна интерполация за стругови центри с използването на G-POST

тази ос в сравнение с другите оси, което в някои случаи затруднява програмирането. И в двата случая проблемът се решава, като се използва виртуална ос Y, т.е. командите, записани в декартова координатна система, се конвертират в едновременно движение по линейна и кръгова ос. В случаите, когато машината няма ос Y, за обработване на повърхнините на детайла се използва едновременно движение по линейна ос X и кръгова ос C, която се използва като виртуална ос Y (фиг. 2). Тази интерполация между линейна и кръгова ос се извършва в полярни координати. Командата, с която се установява режим на полярна интерполация е G12.1, а излизането от този режим - с команда G13.1 [2]. Със стартиране на команда G12.1 автоматично се установява равнина на интерполация G17, т.е. в XY равнината.

В този режим могат да се програмират команди за линейна интерполация - G01, кръгова интерполация - G02, G03, режима на радиусна компенсация - G41, G42, G40 и др. Използването на всички тези команди показва, че може да се опише много сложен контур.



Фиг. 2 Полярна интерполация

II. РАЗРАБОТВАНЕ НА ПОСТПРОЦЕСОР ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА РЕЖИМ НА ПОЛЯРНА ИНТЕРПОЛАЦИЯ

При разработването на технологична операция за стругови центри с САМ пакета Pro/Engineer няма постпроцесор, който дава възможност да се генерират управляващи програми в полярни координати. За машините имащи ос Y, генерализираният постпроцесор G-POST предлага възможност за генериране на управляващи програми, като използва тази ос. За целта се използва режим MODE/YAXIS, [ON-OFF, AUTO][3]. Когато тази команда е в режим AUTO, трябва да бъдат поставени ограничения на хода по оста Y. При това положение, ако големината на хода, който трябва да се реализира по ос Y, е извън въведените граници постпроцесорът автоматично ще изведе координати по оси XC или ZC. На фиг. 3 е показан прозорец, от който се задава ограничението на хода по оста Y. Така след генериране на управляващата програма за обработване на квадрата на челото на детайла с показаните размери (фиг. 4), където е използвана стратегия Trajectory Milling, се получава управляваща програма, от където се вижда, че в началното положение се извършва преместване по ос C (маркирани в червен цвят), докато оста Y попадне в зададените граници, при което обработването се извършва с използването на ос Y (маркирано в жълт цвят). На фиг. 5 е показан случай, при който допустимият ход по ос Y е намален, от където се вижда, че управляващата програма за

„YoungFIT“ 2014

П.Хаджийски, Ц.Калдъшев, В.Митов



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0046

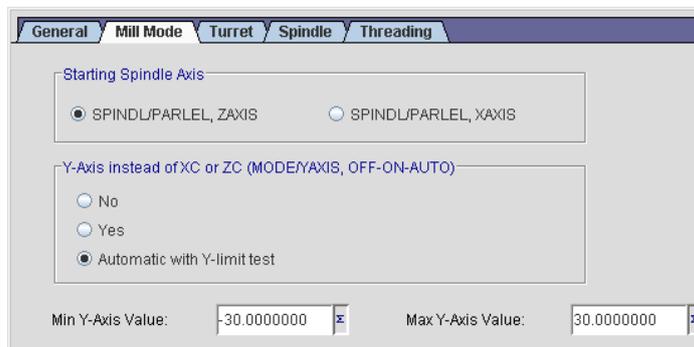
„Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

обработването на детайла (фиг. 4) е с интерполация по кръгова ос С и линейна ос Х, където координата по ос С е в градуси. Този формат на извеждане на координатата по ос С не отговаря на формата задаван в режим на полярна интерполация.



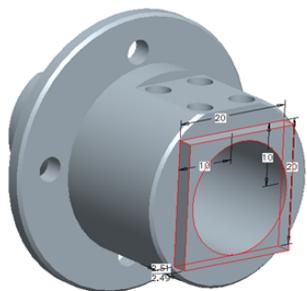
Фиг. 3 Задаване ограниченията на хода по оста Y

При режима на полярна интерполация стойностите, които се записват по тази ос се задават в мм, при което CNC автоматично изчислява ъгъла на завъртане по кръговата ос С, като едновременно с това той интерполира заедно с линейната ос Х. За коректно извеждане на координатата по ос С е необходимо да се направят настройките показани на фиг. 6 (полето Rotary Axis Type) свързани с извеждането на числовата стойност след адреса.

```

%
O30
N5 (/ NC SEQUENCE NAME : TRAJ_FACE_HEXAGON)
N10 (/ NC SEQUENCE CSYSNAME : NC_MAIN_SPINDLE)
N15 (/ TOOL_TYPE : END MILL)
N20 T0707
N25 G54
N30 M52
N35 G28 C0.
N40 G54
N45 G97S2000M303
N50 G97S2000M303
N55 G1
N60 G0 Z200.
N65 X240. S270.
N70 X-28. Y-29.
N75 Z5.
N80 Z-2.5
N85 G1 Y14. F120.
N90 X28.
N95 Y-14.
N100 X-58.
N105 Z5.
N110 G0 Z200.
N115 X240.
N120 M52
N125 G28 C0.
N130 M305
N135 M30
%

```



Фиг. 4 Управляваща програма за обработване на квадрата на челото на детайла с използването на ос Y

```

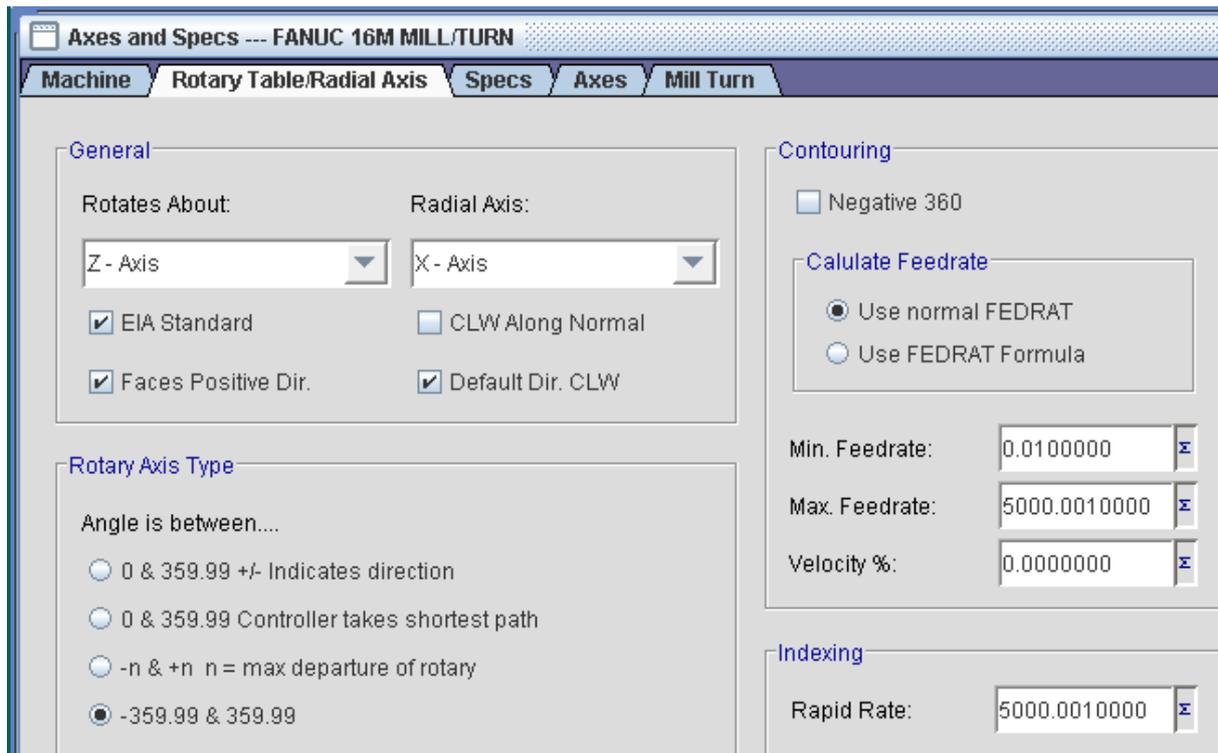
%
O31
N5 (/ NC SEQUENCE NAME : TRAJ_FACE_HEXAGON)
N10 (/ NC SEQUENCE CSYSNAME : NC_MAIN_SPINDLE)
N15 (/ TOOL_TYPE : END MILL)
N20 T0707
N25 G54
N30 M52
N35 G28 C0.
N40 G54
N45 G97S2000M303
N50 G97S2000M303
N55 G1
N60 G0 Y0Z200.
N65 X240. C-90.
N70 X64.404 C-115.769
N75 Z5.
N80 Z-2.5
N85 G1 X63.198 F120. C-116.299
N90 X62.014 C-116.84
N95 X60.856 C-117.394
.....
N1335 X62.694 C-153.473
N1340 X64.404 C-154.231
N1345 Z5.
N1350 G0 Z200.
N1355 X240. C-90.
N1360 M52
N1365 G28 C0.
N1370 M305
N1375 M30
%

```

Фиг. 5 Управляваща програма за обработване на квадрата на челото на детайла без използването на ос Y

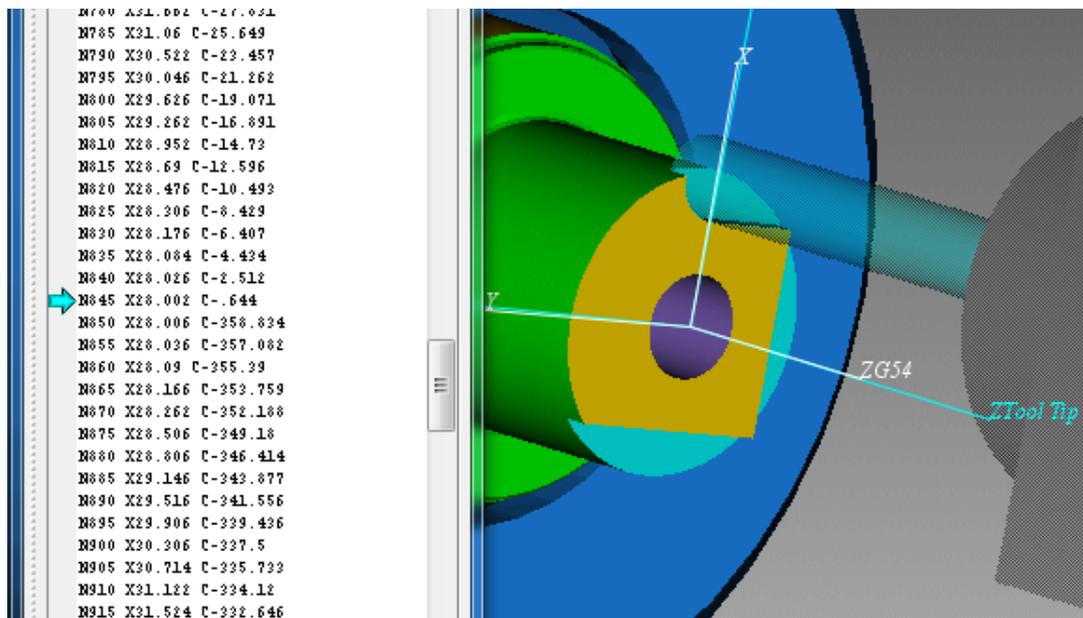
Инвестира във вашето бъдеще!

Разработване на постпроцесор, генериращ режим на полярна интерполация за стругови центри с използването на G-POST



Фиг. 6 Настройките на числовата стойност след адреса C

В случай, че не е направена коректно тази настройка след генериране на управляващата програма се получава грешка върху детайла. На фиг. 7 е показан резултат, при който настройката за ос C не отговаря на тази показана на фиг. 6.



a)



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0046

„Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

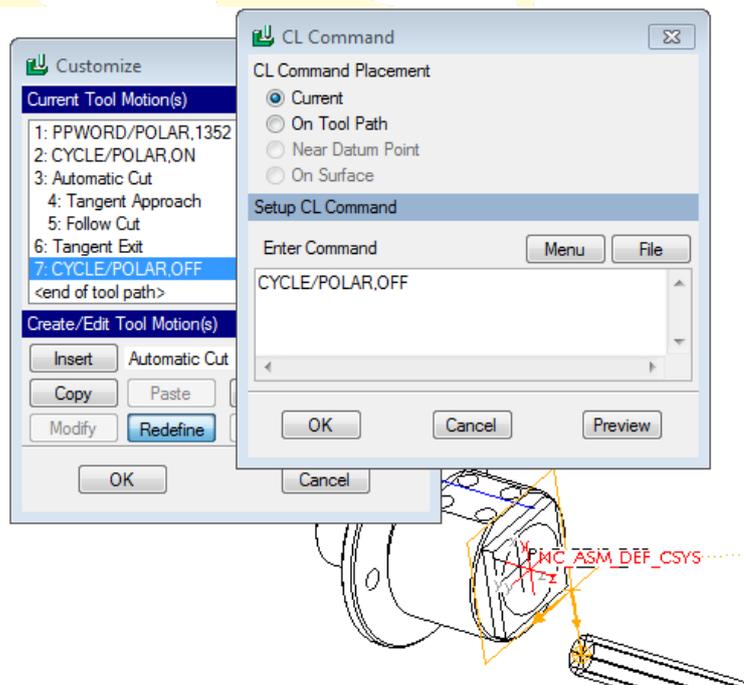


б)

Фиг. 7 Грешка, резултат на некоректно извеждане на стойността по ос С

От фиг. 7а се вижда, че до изречение №845 инструментът се движи по коректна траектория и след прочитане на следващото изречение №850 X28.006 C-358.834, детайлът се завърта по ос С на координатата, от която трябва да продължи обработването, в резултат на което се получава повреждане на детайла (фиг. 7б).

За генерирането на управляваща програма, която е в полярни координати, е приложен подход, при който в CL Data файла се въвежда команда под формата на цикъл, служеща като маркер за режима на полярна интерполация. След това с езика FIL се променя изходът на постпроцесора, с което се извършва извеждането на подготвителните команди G12.1 и G13.1. Полярната интерполация се стартира с CL запис CYCLE/POLAR,ON и се въвежда в началото на CL Data файла преди координатите на траекторията на инструмента. Като край на режима на полярна интерполация се използва запис CYCLE/POLAR,OFF (фиг. 8).



Фиг. 8 Въвеждане на CL команда за начало и край на режима на полярна интерполация

Инвестира във вашето бъдеще!

Разработване на постпроцесор, генериращ режим на полярна интерполация за стругови центри с използването на G-POST

Със специализиран език FIL се обработва CL Data файла, заключен между CYCLE/POLAR,ON - CYCLE/POLAR,OFF. Това се реализира с FIL запис, имащ следната структура:

```
CIMFIL/ON,CYCLE
CTYPE=POSTF(7,4)
MOD=POSTF(7,5)
IF(CTYPE.EQ.(ICODEF(POLAR)))THEN
IF(MOD.EQ.(ICODEF(ON)))THEN
DMY=POSTF(2,1,4619,1) $$ YAXIS MODE ON
XX=POSTF(20)
INSERT/'G12.1 '$
TY=TEXT/'Y'
TC=TEXT/'C'
REPLAC/TY,TC
XX=POSTF(21)
XX=POSTF(13)
DMY=POSTF(26,5,5,0)
ENDIF
ENDIF
IF(MOD.EQ.(ICODEF(OFF)))THEN
XX=POSTF(20)
INSERT/'G13.1 '$
TC=TEXT/'C'
TY=TEXT/'Y'
REPLAC/TC,TY
XX=POSTF(21)
XX=POSTF(13)
DMY=POSTF(2,1,4619,0) $$ YAXIS MODE OFF
ENDIF
CIMFIL/OFF
```

Промяната на изхода на постпроцесора се извършва, като се обработят CYCLE записите. След установяване на променлива CTYPE да бъде POLAR, в променлива MOD се установява режимът на цикъла (дали е включен ON или изключен OFF). Проверката се извършва с оператор IF. Ако цикълът е включен, т.е. намираме се в началото на CL записа, то тогава с постпроцесорна команда POSTF(2,1,4619,1) се включва режим, при който се работи с ос Y, т.е. не се използва виртуална ос. След това се въвежда режимът за начало на полярна интерполация G12.1, след което с команда REPLAC се замества адреса Y с адреса C. Когато променлива MOD е дефинирана да бъде OFF, то постпроцесорът прилага следните действия: извежда команда G13.1 за край на полярната интерполация, след което се отменя режима на ос Y (POSTF(2,1,4619,0), т.е. въвежда се отново виртуална ос.

С така разработеният постпроцесор за генериране на команда G12.1 и G13.1 е генерирана управляваща програма за детайлите показани на фиг. 9.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0046

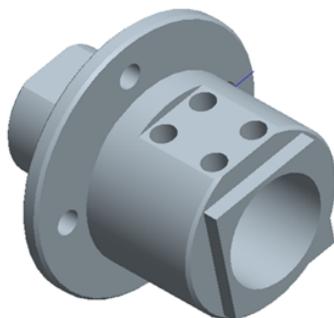
„Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

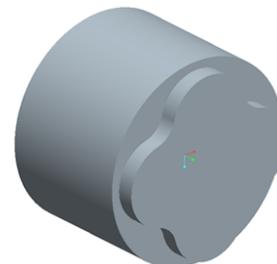


Европейски социален фонд

```
%
O66
N5 / NC SEQUENCE NAME : TRAJ_FACE_HEXAGON)
N10 (/ NC SEQUENCE CSYS NAME : NC_MAIN_SPINDLE)
N15 (/ TOOL_TYPE : END MILL)
N20 T707
N25 G54
N30 M52
N35 G28 C0.
N40 G54
N45 G97S 2000M13
N60 G0 Z200.
N65 X240. C270.
N70 G12.1
N75 X-14. C-29.
N80 Z5.
N85 Z-2.5
N90 G1 C14. F120.
N95 X14.
N100 C-14.
N105 X-29.
N110 G13.1
N115 X64.404 Z5.
N120 G0 Z200.
N125 X240.
N130 M52
N135 G28 C0.
N140 M05
%
```

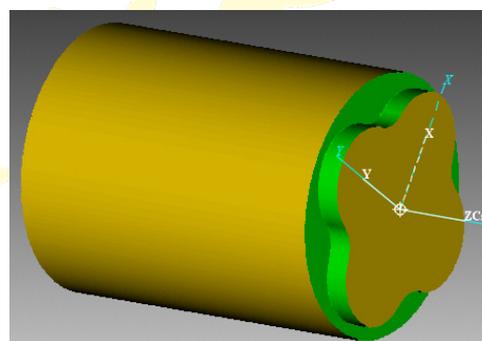
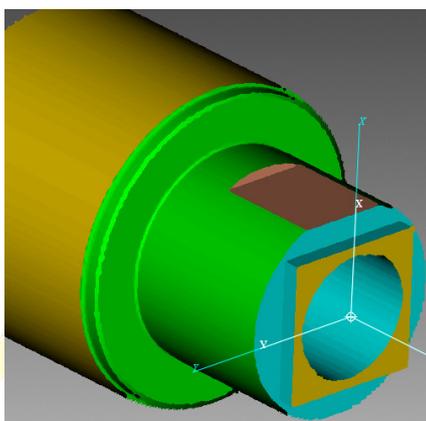


```
%
O10
N5 (/ NC SEQUENCE NAME : TRAJ_FACE_POLAR)
N10 (/ NC SEQUENCE CSYSNAME : NC_ASM_DEF_CSYS)
N15 (/ TOOL_TYPE : END MILL)
N20 T0505
N25 G54
N30 M52
N35 G28 C0.
N40 G54
N45 G97S2000M303
N50 G97S2000M303
N55 G1
N60 G0 Z50.
N65 G12.1
N70 G1 X0. C0. Z55. F300.
N75 G0 X-47.016 C-47.016
N80 Z-8.
N85 G1 Z-10.
N90 X-48.882 C-46.298
N95 X-50.718 C-45.505
N100 X-52.521 C-44.641
N105 X-54.288 C-43.704
N110 X-56.017 C-42.698
N115 X-57.703 C-41.624
.....
N6455 X-35.571 C-29.635
N6460 X-36.443 C-29.326
N6465 X-37.057 C-29.158
N6470 Z-5
N6475 G13.1
N6480 G0 Z50.
N6485 X0. C0.
N6490 M52
N6495 G28 C0.
N6500 M305
N6505 M305
%
```



Фиг. 9 Управляващи програми генерирани с разработеният постпроцесор

Работоспособността на постпроцесора е проверена в среда на Vericut. На фиг. 10 са показани обработените детайли със създаденият постпроцесор.



Фиг. 10 Детайли, обработени със създаденият постпроцесор

II. Изводи

1. С предложеният подход се доказва възможността да се генерират управляващи програми в полярни координати. Същото е проверено с продукта Vericut.
2. По този начин се елиминира ограничението на физическата ос Y, която при повечето стругови центри е с ограничен ход.
3. Управляващите програми стават малки по обем и могат лесно да се контролират.

III. Благодарности

Настоящите изследвания са свързани с проект № BG051PO 001-3.3.06-0046 “Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”. Проектът се осъществява с

Инвестира във вашето бъдеще!

Разработване на постпроцесор, генериращ режим на полярна интерполация за стругови центри с използването на G-POST

финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

IV. ЛИТЕРАТУРА

[1] Хаджийски, П., Програмиране на CNC машини, Технически университет-София, София, 2010г.;

[2] DOOSAN PROGRAMMING MANUAL PUMA series, MX2000, MX2000L/T/LT/S/LS/LST, MX2000L/T/LT/S/LS/LST, MX3000, MX3000S;

[3] GPost_Manual_V61;

проф. д-р инж. Петър Иванов Хаджийски
кат. ТМММ на МТФ
Технически университет-София
e-mail: phad@tu-sofia.bg

маг. инж. Цветан Петров Калдъшев
кат. ТМММ на МТФ
Технически университет-София
e-mail: kaldashev.cvetan@abv.bg

маг. инж. Виктор Крумов Митов
кат. ТММ на МТФ
Технически университет-София
e-mail: vmitov@tu-sofia.bg