

# Създаване на постпроцесор за машина с насрежно вретено

## Creating A Postprocessor For Machines With Sub Spindle

Цв. Калдъшев<sup>1</sup>, П. Хаджийски<sup>1</sup>, Л. Стоев<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>ТУ – София)

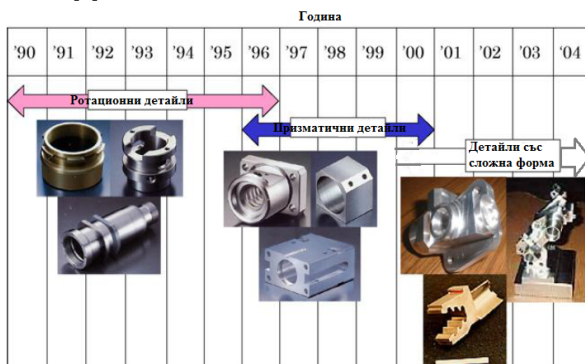
В настоящата работа е развит подход за генериране на NC програми за машина с насрежно вретено в Pro/Engineer. Създаден е постпроцесор, който използва потребителски цикъл с помощта на който се организира прехвърлянето на детайлът от основното на насрежното вретено.

This work has developed an approach to generate NC programs for machine with sub spindle in Pro / Engineer. Created postprocessor that uses custom cycle by which to organize the transfer of the workpiece from the base of the sub spindle.

Key words: POSTPROCESSOR, CNC, CAD/CAM, SUB SPINDLE

### Увод

Конструкциите на детайлите през последните години стават все по-сложни, а и изискванията към тяхната точност все по-високи. На фиг.1 е показана промяната в развитието на конструкциите на детайли обработвани чрез струговане за периода 1990 г. до 2004 г. [1].

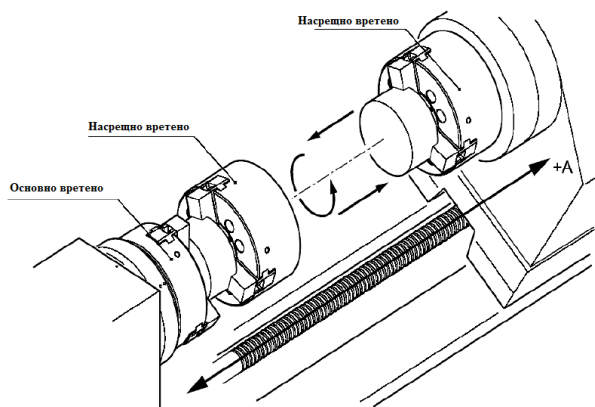


Фиг.1 Развитие на конструкциите на детайли обработвани чрез струговане

За постигане на висока производителност и точност при обработване на детайлите са се появили и нови компоновки машини, даващи възможност за концентрация на операциите. Към тази група машини спадат струговите центри и високопроизводителните стругови машини. Характерно за този клас машини е, че, освен обработване на външни, вътрешни цилиндрични и конусни повърхнини, резби и др., могат да се обработват повърхнини, канали и отвори, които са изместени спрямо оста на въртене на детайла или такива, които не са успоредни на нея. Това налага при едно установяване да се изпълняват различни обработки: струговане, фрезование, свредловане, нарязване на резби и др. За реализиране на тези инструментални преходи е необходимо да се използват така наречените активни позиции от револверната глава, в които се закрепват ротационни инструменти (свредла, метчици, борщанги). В зависимост от компоновката тези машини могат да бъдат с една или две револверни глави, разположени върху една и съща

напречна шейна, с два независими супорта, насрещно вретено и фрезов супорт.

Съвременна тенденция за увеличаване на технологичните възможности на струговите машини с CNC при обработване на патронни детайли е използването на машини с насрещно вретено. По същество това са стругови центри, при които на мястото на задното седло има вретено. Тези машини могат да бъдат с един супорт и по рядко с два супорта с инструменти, които могат да обслужват, както основното така и насрещното вретено. По технологични възможности те не се различават съществено от струговите центри с тази разлика, че детайлът може да се прехвърля от едното вретено - главното към насрещното, което дава възможност той да бъде обработен двустранно. Прехвърлянето на детайла от основното към насрещното вретено се извършва по друга ос (B, A или др.) (фиг.2).

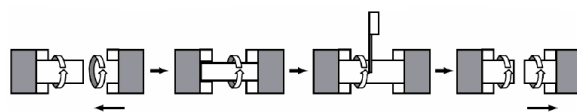


**Фиг.2** Прехвърляне на детайла от основното на насрещното вретено

Прехвърлянето на детайла между двете вретена става чрез синхронизиране и преместване на насрещното към основното. Двете вретената се синхронизират по обороти, а в някои случаи се ориентират ъглово по оста на въртене. Синхронизирането на двете вретена и действията реализиращи прехвърлянето на детайла се извършват със спомагателни M-команди. Тези M-команди не са стандартизирани по ISO, което означава, че производителят на машината решава какви да бъдат. С помощта на команда G31 и преместване по ос B се допира обработеното чело на детайла в режим на „прескачане“ на останалата част от преместването по външен сигнал (SKIP SIGNAL) за въртящ момент по ос B. Ако по време на движението чрез тази команда моментът на сервомотора достигне зададената стойност на въртящия момент (гранична стойност на момента на сервомотора, умножена по стойността на регулиране) или въвеждане на скийп сигнал, останалите команди за движение се отменят и се изпълнява

следващото изречение. Прехвърлянето на детайла с команда G31P98/P99 имитира установяването на детайла с ръка, при което операторът притиска базиращата повърхнина на детайла към челюстите на патронника.

Прехвърлянето на детайла от основното към насрещното вретено може да се реализира по няколко начина. Случаят, когато се използва прътоподаващо устройство, е показан на фиг. 3. В първата фаза двете вретена се синхронизират по обороти и насрещното вретено се премества по ос B, като програмираната координата по тази ос е с от 2 до 4 мм по-малка от тази на обработеното чело на детайла.



**Фиг. 3** Прехвърляне на детайла от основното вретено към насрещното, с използване на прътоподаващо устройство

Координатата, на която насрещното вретено трябва да захване детайла, се контролира с граничната стойност на въртящият момент по ос B. Втората фаза е, когато се получи сигнал за прескачане и се извършва затваряне на челюстите на насрещното вретено и се подава команда за отваряне на челюстите на основното вретено. След това насрещното вретено се изтегля по ос B, с което се подава материал на необходимата дължина, след което се затварят челюстите на основното вретено. В трета фаза се извършва отрязване на детайла на необходимата дължина, при което насрещното вретено се изтегля в изходна позиция, където лявата конфигурация на детайла. Ако машината е с два супорта, може да започне обработване на друг детайл в основното вретено.

### **Подход за създаване на постпроцесор за машина с насрещно вретено**

В настоящата работа е разгледано създаване на постпроцесор за машина с насрещно вретено с използване на генерализиран постпроцесор G- POST и специализиран език FIL (Factory Interface Language). CAD/CAM-пакетът, който се използва за генериране на управляващи програми (в частност за машина с насрещно вретено), е Pro/ENGINEER. При този продукт няма възможност да се програмира прехвърлянето на детайла между двете вретена. За да може това да се осъществи, е необходимо да се създаде работен път, отговарящ на пътя, който ще измине насрещното вретено. Тази възможност може да се реализира със създаването на така нареченият „потребителски“ цикъл. Неговото използване е свързано с развитие на собствен синтаксис, различен от стандартните за свредловане (Cycle/Drill.....), дълбоко пробивен цикъл

(Cycle/Deep...), цикъл за нарязване на резби (Cycle/Tap...) и др., като той описва реалното движение на работните органи. Този вид цикъл е предназначен предимно за отвори.

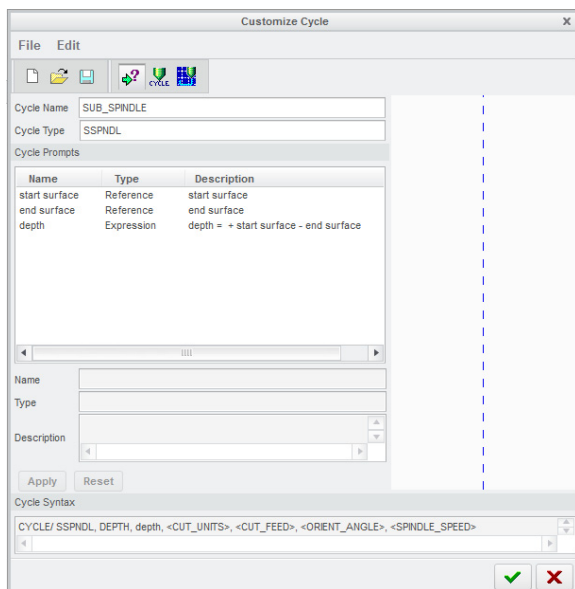
За да може да се дефинира потребителски цикъл, трябва да бъдат изпълнени следните стъпки [2]:

1. Създаване на синтаксис на цикъла с описание на неговия тип, ключови думи и променливи.

2. В цикъла точките се определят с помощта на променливи, създадени по време на определянето на синтаксиса му.

3. Добавят се модификатори на цикъла за специфицираните в него точки. Като модификатори могат да бъдат дефинирани от потребителя променливи или фиксирани параметри.

Като се има в предвид, какви действия извършва насрещното вретено, то този вид „потребителски“ цикъл може да бъде приложен успешно. Създаването на самия цикъл се извършва от прозореца Customize Cycle (фиг.4).



Фиг. 4 Дефиниране на „потребителски“ цикъл

Като име на цикъла е зададено SSPNDL, което идва от SUB SPINDLE. Синтаксисът на цикъла е както следва:

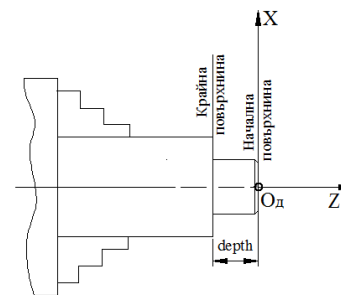
CYCLE/SSPNDL,DEPTH,depth,<CUT\_UNITS>,<CUT\_FEED>,<ORIENT\_ANGLE>,<SPINDLE\_SPEED>

В този запис са избрани само параметри, които могат да бъдат зададени като променливи от таблицата с параметри за инструменталния преход. Предназначението на параметрите е както следва:

- DEPTH,depth - свързан е с дължината, на която насрещното вретено ще захване заготовката. Този параметър се изчислява като разлика между две повърхнини обозначени като начална и крайна (фиг.5).

depth = начална повърхнина – крайна повърхнина. Началната повърхнина съвпада с работната координатна система на детайла.

- <CUT\_UNITS>,<CUT\_FEED> - параметри, с които се задава каква да бъде дименсията на подаването и съответно с каква подавателна скорост ще се извърши преместването на насрещното вретено;
- <ORIENT\_ANGLE> - параметър, с който се задава ориентирано спиране на насрещното вретено на съответен ъгъл.
- <SPINDLE\_SPEED> - задават се оборотите, с които трябва да се синхронизират двете вретена при прехвърляне на заготовката.



Фиг. 5 Графично представяне на параметър depth

След дефиниране, цикълът се записва и може да бъде използван многократно. Извикването му става при дефинирането на работния път. Този вид цикъл спада към категорията за обработване на отвори, с което възниква и въпросът: Трябва ли на детайла да има отвор, чийто център лежи на неговата ос? Отговорът е не, защото Pro/Manufacturing има няколко възможности за дефиниране положението на отвора: с избор на диаметър, ос, повърхнина, точка или предварително дефинирана група от отвори. Когато няма отвор на детайла, се използва оста на симетрия (оста на завъртане на детайла), с което става възможно създаването на работен път без наличие на отвор.

Името на цикъла SSPNDL е нестандартна команда (дума) за цикъл. За да може да бъде обработена по време на постпроцесирането, ѝ се задава целочислен код с команда PWORD [3,4], с която става нейното добавяне в генерализирания постпроцесор G- POST. Добавянето ѝ трябва да стане още на ниво CL data file.

При прехвърляне на детайла между двете вретена се използва голям набор от спомагателни M-команди. За осъществяване на процеса на прехвърляне на заготовката тези M-команди трябва да бъдат в определена последователност. Това дава основание те да бъдат записани като шаблон, в който се променя само координата по ос B. С езика FIL се обработва потребителският цикъл SSPNDL, осъществяващ прехвърлянето. Той има следната структура:

RSLT=POSTF(2,1,26,53)

RSLT=POSTF(2,1,24,53)

```

BVAL=POSTF(7,6)+2.
SVAL=POSTF(7,10)
ANGVAL=POSTF(7,9)
FED=POSTF(7,8)
LKFD-HS=120.
LB=10.
LR= LKFD-HS +LB
INSERT/'G28U0V0W0 '$'
INSERT/'G28H0 '$'
INSERT/'G53G00Z150. '$'
INSERT/'M131(PERMIT ROT OF SPDL2 OPEN JAWS)$'
INSERT/'M169(SPDL2 CHUCK UNCLAMP)$'
INSERT/'S',SVAL, 'M203 '$'
INSERT/'G00 B-[#5223+',LR,DOT,'] (DIST BEFOR FACE
PART)$'
INSERT/'M86 (TORQUE LIMIT SKIP ON)$'
INSERT/'G31P99B-[#5223+',LKFD-HS,DOT,-BVAL,']F',FED,'$'
INSERT/'G04 X1. '$'
INSERT/'M168 (SPDL2 CHUCK CLAMP)$'
INSERT/'M87 (TORQUE LIMIT SKIP OFF)$'
INSERT/'G04 X1. '$'
INSERT/'M31(PERMIT ROT OF SPDL1 OPEN JAWS) '$'
INSERT/'M69(SPDL1 CHUCK UNCLAMP)$'
INSERT/'G28 B0. '$'

```

Пътят, който трябва да измине насрещното вретено, се задава спрямо машинната координатна система G53 (фиг. 6). Преместването на насрещното вретено към заготовката първоначално се извършва на бърз ход на разстояние  $L_B$  от челото на заготовката. Към тази координата се прибавят 10 мм, с което се осигурява безопасно разстояние между челото на заготовката и челото на челюстите на патронника, установен към насрещното вретено. От тази координата ще се извърши преместване с работно подаване в режим G31. Разстоянието  $L_B$  се изчислява по зависимостта (1),

$$L_B = \#5223 + L_{KFD-HS} + 10. \quad (1)$$

където #5223 е системна променлива (фиг. 6), в която се съхранява изместването по оста Z на машинната координатна система, т.е. стойността на изместване по ос Z, която се определя при настройване на работната координатна система. От тази системна променлива се прочита изместването по ос Z записано в регистър за координатните системи G54;

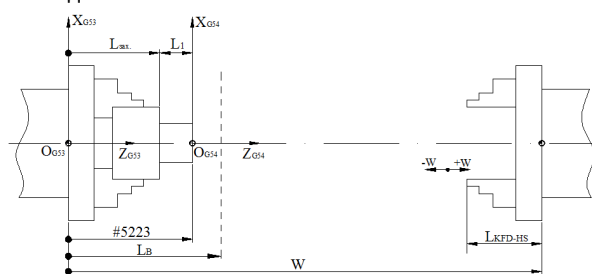
$L_{KFD-HS}$  – височина на патронника установен към насрещното вретено.

Дължината, на която насрещното вретено ще захване детайла  $L_{3AX}$ , се задава спрямо машинната координатна система и се изчислява по зависимостта (2).

$$L_{3AX} = \#5223 + L_{KFD-HS} - L_1 \quad (2)$$

където  $L_1$  е дължината на стъпалото, по което ще се извърши установяването.

Параметрите SVAL, ANGVAL и FED са предварително зададени от таблицата с параметри на инструменталния преход и са свързани с оборотите, с които се синхронизират двете вретена, ъгловото им ориентиране на съответен ъгъл, както и подавателната скорост, с която се премества насрещното вретено към заготовката. Параметърът BVAL представлява променливата <depth>, т.е. координатата, на която насрещното вретено трябва да захване заготовката (размера  $L_1$ ). Стойностите на параметрите BVAL, SVAL, ANGVAL и FED се вземат от CL Data File със съответната команда.



Фиг. 6 Изчисляване на пътя на насрещното вретено

Прехвърлянето на заготовката се извършва по метода с контролиране на граничната стойност на въртящия момент по ос В. За достигане на гранична стойност на въртящия момент трябва да се получи усилие в сачменият винт на ос В. Това се реализира като пътят, който трябва да се измине по тази ос, се увеличи с 2 до 4 мм. В случая е избрана стойност 2 мм (долната граница), която се добавя към параметъра BVAL ( $BVAL=POSTF(7,6)+2$ ). Въвеждането на спомагателните M-команди става с команда INSERT.

Така разработеният цикъл и описание във FIL реализира прехвърляне на заготовката между двете вретена по метод, при който заготовките не се подават в работната зона от прътоподаващо устройство, а са единични заготовки, т.е. предварително нарязани на размер.

#### Заклучение:

Предложеният постпроцесор е апробиран при генериране на управляваща програма в САМ пакета на Pro/Engineer за стругов център с насрещно вретено Emco Maxturn с FANUC 18i TB.

#### Литература:

1. Manoj Kumar Poddar, Multi-Functional Machine Tool;
2. Help Center Creo 2.0;
3. GPost\_V61\_CD\_Manual;
4. FIL Manual V63.