

АЛГОРИТЪМ И ПОСТПРОЦЕСОР ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА РЕЗБИ С ГОЛЯМА ВИСОЧИНА НА ПРОФИЛА В CAD/CAM СРЕДА – ЧАСТ 2

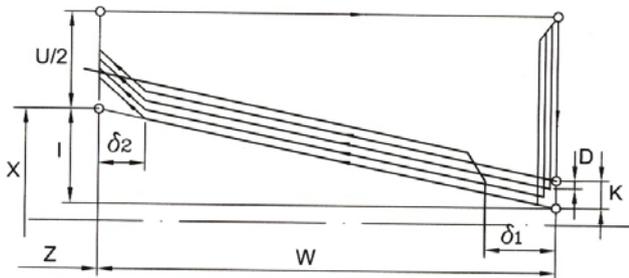
Гл. ас. д-р инж. Калдъшев Цв.
Технически университет – София
kaldashev.cvetan@abv.bg

Abstract: The present report is submitted to the development of postprocessor to generate control programs for processing threads on lathes with CNC on a modified algorithm (Scheme capture the addition) processing threads with great height in CAD / CAM environment with the use of generalized G-POST postprocessor and specialized language FIL (Factory Interface language).

Keywords: CNC, CAD/CAM, G-POST, FIL, threading, postprocessor

1. Увод

Съвременните машини със CNC позволяват нарязването на цилиндрични, конусни, челни, едноходови и многоходови резби, леви и десни резби, включително и резби с променлива стъпка [1]. При машините със CNC управление нарязването на резби може да се реализира с единичен резбонарезен ход (G32), типов цикъл G92, който включва четири хода и многопроходен цикъл G76. За нарязване на резби най-често се използва многопроходният цикъл G76 (фиг. 1).



Фиг. 1 Многопроходен цикъл за нарязване на резби G76

Форматът на цикъла за многопроходно нарязване на резби е:

G76 P (m) ... (r) ... (alpha) ... Q (Delta d_{min}) R (d);
G76 X(u) ... Z (W) ... R (i) P (k) Q(Ad) F(p),

където

m - броят на повторенията на цикъла;

r – размерът на фаската;

alpha – ъгълът при върха на инструмента (ъгълът на резбата). За този ъгъл може да се задават стойности: 0°, 29°, 30°, 55°, 60° и 80°;

Delta d_{min} = d_{i-1} - d_i минималната разлика в дълбочините,

определена от критичната дебелина на срязвания слой;

d – дълбочина на рязане при калибровачния ход;

Задаваната в първото изречение на G76 информация е модална.

i – размер на конусността на резбата;

k- височина на профила на резбата;

Ad - дълбочина на рязане при първия ход;

p – стъпка на резбата.

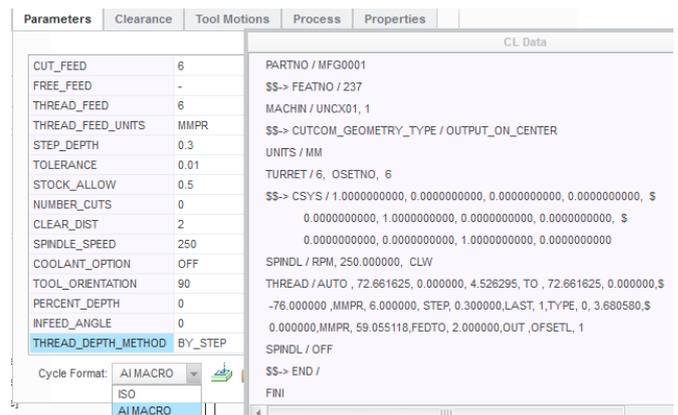
Характерно за цикъла G76 е, че всяка следваща дълбочина на рязане D_i се изчислява от системата за управление от условието за постоянство на сечението на срязвания слой метал, което се определя от началната дълбочина на рязане D₁ по зависимостта (1) [1,2]

$$(1) \quad D_i = D_1 \sqrt{i}$$

В сравнение с командата G32, при резбонарязване с помощта на циклите G76 и G92, изходът на ножа е под ъгъл 45°, което изключва необходимостта от технологичен канал.

2. Разработване на постпроцесор за обработване на резби с голяма височина на профила

За генерирането на инструментален преход за нарязване на резбата за всеки слой с височина K(I) се използва стратегия Thread Turning. Както вече бе изяснено обработването на резбата се извършва с многопроходен цикъл G76, а разширяването на резбата - с типов цикъл G92. На фиг. 2 е показано задаването на необходимите параметри за генериране на работен път за обработване на резбата за слой с височина K(I), където стъпката на резбата се задава в параметър THREAD_FEED.



Фиг. 2 Задаването на необходимите параметри за генериране на работен път за обработване на резбата за слой с височина K(I)

С параметър Cycle Format (фиг. 2) се оказва на системата, по какъв начин на бъде изведен CL запис в CL Data файла, т.е. на практика с него може да се разграничава вида на използвания цикъл (команда) за обработване на резбата (G76, G92, G32), което в последствие се задава при настройване на генерализирания постпроцесор G-POST и използването на специализиран език FIL (Factory Interface Language). На практика за генерирането на управляващи програми с многопроходен цикъл за обработване на резби G76 може да се използват и двата формата (ISO и AI MACRO) като това зависи от настройката на постпроцесора. Когато се използват формат AI MACRO, процесът на резбонарязване се управлява по прецизно и в този смисъл е по-подходящ да се използва за многопроходен цикъл G76. Правилното генериране на цикъл G76 се реализира със следната FIL-програма:

```
CIMFIL/ON,THREAD
TTIP=POSTF(7,4)
IF(TTIP.EQ.ICODEF(AUTO))THEN
XSTR=POSTF(7,5)*2 $$ начална точка на резбата по ос X
ZSTR=POSTF(7,7) $$ начална точка на резбата по ос Z
XEND=POSTF(7,9)*2 $$ крайна точка на резбата по ос X
ZEND=POSTF(7,11) $$ крайна точка на резбата по ос Z
TPICH=POSTF(7,13) $$ стъпка на резбата
```

```

FDEP=POSTF(7,15) $$ дълбочина на рязане на първият
резбонарезен проход
THP=POSTF(7,20) $$ височина на профила на резбата
TNA=POSTF(7,21) $$ ъгъл при върха на резбата
TT=ABSF(XEND-XSTR)/2
TTA=ATANF(TT/ABSF(ZEND)) $$ ъгъл на конуса на резбата
CDIST=POSTF(7,25) $$ безопасно разстояние
XIT=XSTR+(2*CDIST) $$ изходна точка на резбата по ос X
POSTN/OUT,G,00,X,XIT,Z,ZSTR
POSTN/OUT,G,76,X,XSTR,Z,ZEND,K,THP,D,FDEP,I,TTA,A,TN
A,F,TPICH
ENDIF

```

CIMFIL/OFF

Всички параметри на цикъла се присвояват от CL Data файла, имащ следната структура [3]:

```

THREAD/AUTO, x1, y1, z1, TO, x2, y2, z2, TPI, thread_feed, AT,
percent, DEEP, depth, LAST, n, TYPE, 0, totdepth, angle, IPM,
ipm, FEDTO, d, x, TIMES, t, OFSETL, n, o

```

Означението на параметрите в CL записа е:

x1, y1, z1- координати на началната точка на резбата;

x2, y2, z2 - координати на крайната точка на резба;

TPI (MMPR, IPR), thread_feed – стъпка на резбата. Стойността за този параметър се задава от таблицата с параметри за инструменталния преход (THREAD_FEED_UNITS, THREAD_FEED);

DEEP, depth – дълбочина на рязане при калибровачия ход (параметър STOCK_ALLOW);

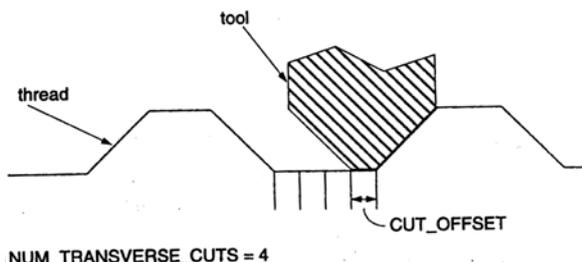
LAST, n – брой на калибровачите проходи (параметър NUMBER_FIN_PASSES);

TYPE, 0, totdepth, angle - височина на профила и ъгъл при върха на резбата;

FEDTO, d - разстоянието между заготовката и обработваната повърхнина;

x – определя положението на резбата (IN – за вътрешна резба; OUT- външна резба; FACE- челна резба);

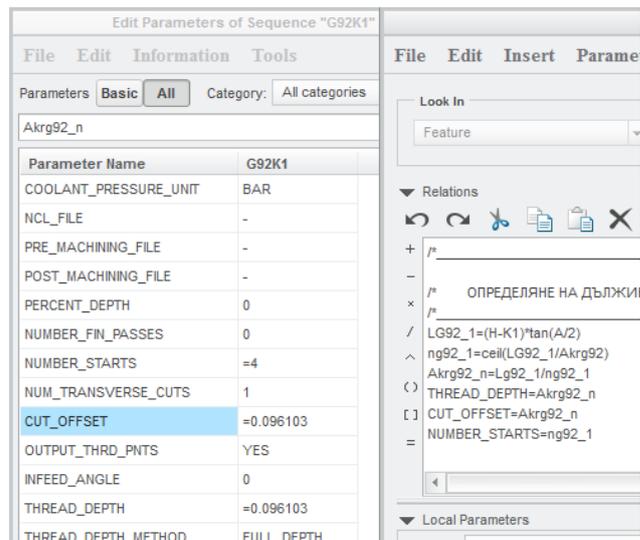
Този FIL запис работи по следният начин: на променлива TPIP с команда POSTF(7,4) се присвоява вида на цикъла, където с оператор IF се прави проверка дали той е дефиниран като AUTO, т.е. дали параметър Cycle Format – фиг. 2 е зададен на AI MACRO и ако това условие е изпълнено с постпроцесорна команда POSTF(7,n) се присвояват стойностите на съответните променливи, където n е номера на съответната стойност взета от CL записа THREAD/AUTO (фиг. 1). При обработване на конусни резби ъгълът на конуса се определя аналитично като неговата стойност се записва в променлива TTA. Извеждането на цикъл G76 се извършва с команда POSTN/OUT, където след всеки от адресите в записа POSTN/OUT,G,76,X,XSTR,Z,ZEND,K,THP,D,FDEP,I,TTA,A,TN A,F,TPICH се извеждат стойностите на променливите присвоени с постпроцесорна команда POSTF(7,n) от CL записа THREAD/AUTO. Разширяването на резбата за всеки слой с височина K(I) се извършва като се използва типов цикъл G92. За да може да се извърши разширяването на резбата (например за слой с височина K(1)) тя се програмира като многоходова като се използват параметри NUM_TRANSVERSE_CUT (задава броят находите по дължината на резбата), NUMBER_STARTS (брой ходове на резбата) и CUT_OFFSET (изместване на инструмента по дължина на резбата) (фиг. 3) [3,4].



Фиг. 3 Значение на параметри CUT_OFFSET и

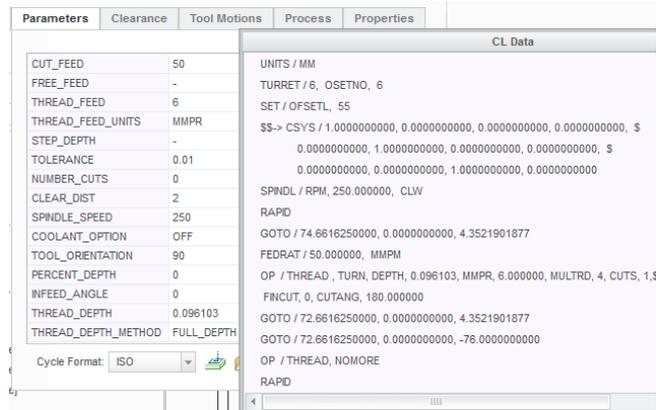
NUM_TRANSVERSE_CUT

Стойностите на тези параметри се изчисляват автоматично от алгоритъма по зависимости (7) и (8) дадени в част I на статията и се въвеждат автоматично в таблицата с параметри на инструменталния преход (фиг. 4).



Фиг. 4 Автоматично въвеждане на стойностите, изчислени от алгоритъма

В този случай при задаване на параметрите на инструменталния преход за разширяване на резбата с типов цикъл G92, параметър Cycle Format (фиг. 2) се установява на ISO. В резултат на това се променя CL записа за нарязване на резба (фиг. 5), подходящ за генериране на команда G32 или G92.



Фиг. 5 CL запис за нарязване на резба, подходящ за генериране на команда G32 или G92

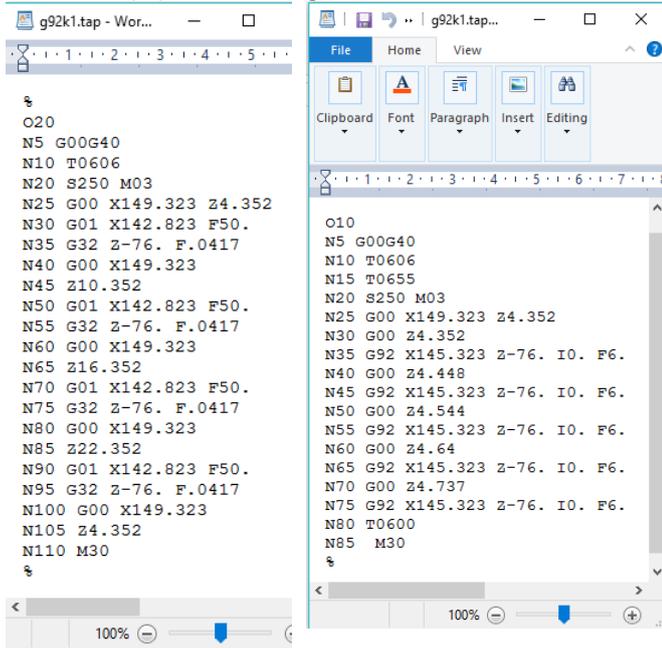
По подразбиране в постпроцесора е зададено генерирането на управляващи програми за обработване на резби да се извършва с единични резбонарезни ходове с команда G32. От генерираната управляваща програма (фиг. 6) се вижда, че многоходовото обработване на резбата се извършва по класическата схема, с изместване на началната точка на резбата на една стъпка, но подаването в адреса F не се запазва като стъпка на резбата (p=6mm, параметър THREAD_FEED - фиг. 5), а се получава във функция на броят ходове на резбата, което не отговаря на схемата на нарязване на многоходова резба. В случая при разширяване на резбата с типов цикъл G92 е необходимо да се извършва преместване на началната точка на резбата не на една стъпка, а на стойност зададена в параметър CUT_OFFSET (фиг. 4).

Правилното генериране на управляващата програма за разширяване на резбата за слой с височина K(I) се реализира със следната FIL програма: CIMFIL/ON,OP

```

THR2=POSTF(7,5) $$ тип на CL записа
IF (THR2.EQ.ICODEF(TURN)) THEN
AKR=POSTF(7,7)
FT=POSTF(7,9) $$ стъпка на резбата
NST=POSTF(7,11) $$ брой ходове на резбата
XX=POSTF(14) $$ начало на резбата

```



Фиг. 6 Управляваща програма за многоходова резба

```

XPOS=POSTF(7,6)*2 $$ външен диаметър на резбата
ZN=POSTF(7,8) $$ начална координата на резбата по ос Z
XX=POSTF(14) $$ край на резбата
XPOSE=POSTF(7,6)*2 $$ вътрешен диаметър на резбата
ZPOS=POSTF(7,8) $$ крайна координата на резбата по ос Z
Z2=ZN
TG92=ABSF(XPOSE-XPOS)/2
TAG92=ATANF(TG92/ABSF(ZPOS)) $$ ъгъл на конуса на резбата
IF(NST.NE.0)THEN
DO/LC, ILOOP=1, NST+1, 1
ZNN=AKR
POSTN/OUT, G, 00, Z, Z2
POSTN/OUT, G, 92, X, XPOS, Z, ZPOS, I, TAG92, F, FT
Z2=ZN+ZNN $$ увеличаване на стъпката по ос Z
ZN=Z2
LC) CONTIN
ILOOP=1000
ENDIF
CIMFIL/OFF

```

По аналогичен начин както при FIL програмата за генериране на цикъл G76, така и тук с постпроцесорна команда POSTF(7,n) се присвояват стойностите на съответни променливи взети от CL записа имащ следната структура [3]:

OP / THREAD, TURN, DEPTH, totdepth, TPI, thread_feed, MULTRD, t, CUTS, c, FINCUT, n, CUTANG, a

където значението на параметрите е, както следва:

DEPTH, totdepth - дълбочина на рязане;

TPI, thread_feed - стъпка на резбата, задавана в мм/обр. (MMPR), инч/обр. (IPR), брой навивки за инч (TPI);

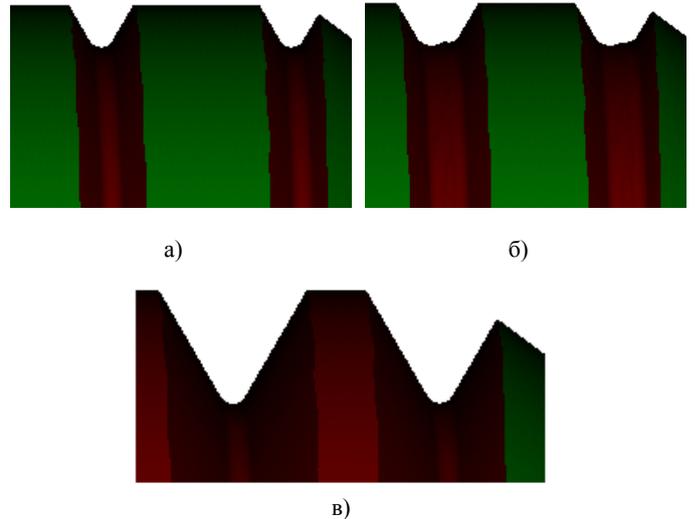
MULTRD, t - брой на ходовете при многоходова резба;

CUTS, c = брой на проходите при нарязване на резба (задава се с параметър NUMBER_CUTS);

FINCUT, n – броят на ходовете, с които се извършва чисто обработване на резбата;

CUTANG, a - ъгъл на конуса на резбата.

За се получи разширяване на резбата за слой с височина K(1) е необходимо да се извърши изместване по ос Z със стойността записана в параметър CUT_OFFSET. За изместване на изходната точка на типовият цикъл G92 се използва оператор за цикъл DO/LOOP, като всеки път към предходната координата по ос Z се прибавя стойността на параметър CUT_OFFSET, докато се достигне до броя на ходовете на резбата взет от CL записа и зададен на променлива NST. С така разработеният постпроцесор е генерирана управляваща програма за разширяване на резбата показана на фиг. 7. Направена е проверка на постпроцесора за генериране на управляващи програми и обработване на резби по предложеният алгоритъм в среда на Vericut. На фиг. 8а е показано обработването на резба за слой с височина K(1), на фиг. 8б – разширяването на резбата с цикъл G92, а на фиг. 8в – обработената резба с пълна височина на профила.



Фиг. 8 Симулация на обработването на резба с разработеният постпроцесор по модифицирана схема на рязане в среда на Vericut

3. Изводи

1. Разработен е постпроцесор за генериране на управляващи програми за обработване на резби с голяма височина на профила по модифицирана схема с разделяне на височината на профила на резбата на слоеве;
2. Постпроцесора е верифициран в среда на Vericut (фиг. 8), от където се вижда, че е работоспособен.

4. Литература

- [1] Хаджийски П., Програмиране на CNC машини, ТУ-София, 2010 г.;
- [2] DOOSAN PROGRAMMING MANUAL PUMA series, MX2000, MX2000L/T/LT/S/LS/LST, MX2000L/T/LT/S/LS/LST, MX3000, MX3000S;
- [3] PTC Creo Help;
- [4] Хаджийски П., Калдъшев Цв., Програмиране на CNC машини с САМ системи, ТУ-София, София 2016;