

АЛГОРИТЪМ И ПОСТПРОЦЕСОР ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА РЕЗБИ С ГОЛЯМА ВИСОЧИНА НА ПРОФИЛА В CAD/CAM СРЕДА – ЧАСТ 1

Проф. д-р инж. Хаджийски П., Гл. ас. д-р инж. Калдъшев Цв.
Технически университет - София

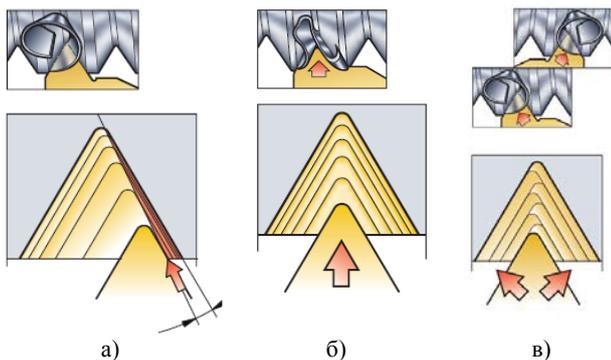
phad@tu-sofia.bg, kaldashev.cvetan@abv.bg

Abstract: The present report has been viewed scheme threading a large profile height. Algorithm that work is integrated into the CAD/CAM system PTC Creo, using a tool Relation, management dimensional contour that is done processing in the generation of programs for lathes with CNC.

Keywords: CNC, CAD/CAM, threading

1. Увод

Височината на профила на резбата H е свързан със стъпката на резбата и се определя по зависимостта $H=0.541 \cdot p$ [1]. С увеличаване на стъпката на резбата, респективно височината на профила на резбата условията на рязане при последните проходи се влошават [2,3]. За нарязване на резби върху стругови машини с CNC се използва много проходен цикъл за нарязване на резба G76, с използването на команда G32 с единични ходове или с типов цикъл G92. Най-широко приложение намира цикъл G76, тъй като при него площта на срязваният слой се запазва постоянна за сметка на намаляване на неговата дебелина. За нарязване на резби се използват схемите показани на фиг. 1 [4,5].



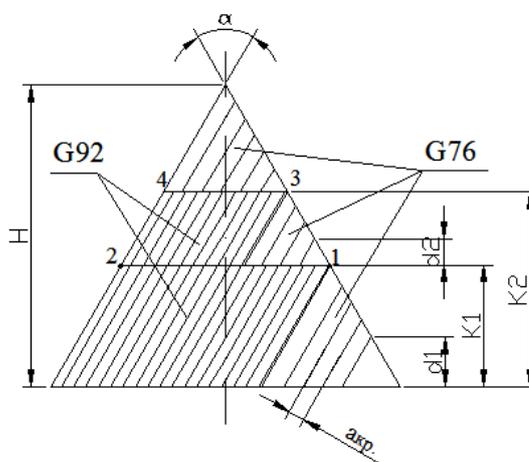
Фиг. 1 Схеми за нарязване на резби

Цикъл G76 сменя прибавката като обработването се извършва като инструмента работи по наклона на профила на резбата (фиг. 1а). При тази схема на работа инструмента работи само с единият режещ ръб, натоварването е по-малко и отделянето на стружката е по-благоприятно. При схемата с радиално врязване на инструмента (фиг. 1б), характерна за универсалните стругови машини, рязането се извършва с двата режещи ръба, откъдето натоварването на инструмента както и износването е по-голямо. При тази схема на обработване на резбите има предпоставки за възникване на вибрации. При схемата на снемане на прибавката с разпределено врязване (фиг. 1в) отвеждането на стружката е благоприятно, износването на инструмента е равномерно, което води до удължаване на живота му. Тази схема на снемане на прибавката с разпределено врязване е особено подходяща за обработване на резби с голяма стъпка [4].

2. Алгоритъм за обработване на резби с голяма височина на профила

В настоящето разглеждане е представен модифициран алгоритъм (схема на снемане на прибавката) за обработване на резби с голяма височина на профила, базиран на алгоритъма предложен в [2], който е защитен с Патент. Характерно за тази схема на работа е, че резбата се разделя на няколко слоя по височината на профила, успоредни на нейната образуваща,

като тези слоеве могат да бъдат с една и съща или с различна височина (фиг. 2). При всеки слой първоначално ножът се врязва за няколко прехода под ъгъла на профила на резбата, до достигане на височина $K(I)$, съответстваща на критичната дебелина на стружката $a_{кр}$. При това врязване дълбочината на рязане d_n се изменя така, че площта на стружките при всеки проход да се запазват постоянни.



Фиг. 2 Схема на снемане на прибавката

Останалата част от прибавката за всеки слой (от т. 1 до т. 2 и т.3 до т.4) се сменя с няколко прехода като инструмента се подава успоредно на образуващата на профила на резбата. Последният слой от резбата се изрязва само с подаване на ножа под ъгъла на профила на резбата. Височината на отделните слоеве $K(I)$ се определя от зависимостта (1)

$$(1) \quad K(I) = \frac{a_{кр}}{4 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{d_1 \sin \frac{\alpha}{2}}{a_{кр}}$$

където

$a_{кр}$ е критичната дебелина на стружката;

α – ъгъла при върха на резбата;

d_1 – дълбочина на рязане при първия резбонарезен проход;

За да се поддържа постоянна силата на рязане или слабо изменяща се при изрязване на следващите участъци, е целесъобразно $d_1(I)$, а оттам и $K(I)$ да се намаляват в сравнение с началото. Така нарастването на силите на триене ще се компенсира от намаляването на силата на стружко образуване. Най-удачно е намаляването на $d_1(I)$ да става по геометрична прогресия, която позволява плавно изменение на регулираната величина. Плавността и големината на изменение зависят от частното R на прогресията, което трябва да бъде по-малко от единица. Така дълбочината на рязане на всеки следващ слой се определя от зависимостта (2)

$$(2) \quad d_1(I) = d_1 R^{I-1}$$

а височината на участъците $K(I)$, ще се определя по зависимост (3)

$$(3) \quad K(I) = \frac{a_{кр}}{4 * \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{a_{кр}} [d_1 R^{(I-1)}]^2$$

Броят на слоевете по височина на профила на резбата се определя от зависимост (4), като получената стойност се закръглява до цяло число.

$$(4) \quad I_n = \frac{H}{K(I)}$$

От фиг. 2 се вижда, че при снемане на прибавката за различните слоеве в началото и в края на резбата, върха на инструмента заема различни положения. За обработване на следващият слой с височина K(I) инструмента трябва да продължи обработването от т.1 (фиг. 2) което е свързано с преизчисляване на изходната точка на цикъл G76 по оста Z, както и крайната координата за резбата (по оста X) за съответният слой с височина K(I). Тези координати се изчисляват по зависимости (5) и (6)

$$(5) \quad Z_{NG76(I)} = C + d(I) * \tan(\alpha/2)$$

$$(6) \quad X_{K(I)} = 2(X/2 - K(I))$$

където

C е началната координата от челото на детайла (по оста Z), от която започва изпълнението на цикъл G76 при обработване на слой с височина K1;

d(I) – дълбочина на рязане на i-ия преход;

X – външен диаметър на резбата.

Останалата част от прибавката за всеки слой с височина K(I) (от т. 1 до т. 2 и т.3 до т.4-фиг. 2) се сменя или с единични резбонарезни ходове с команда G32 или с типов цикъл G92. За целта е необходимо да се определи дължината на стъпалото за височина на слоя K(I), тъй като инструмента трябва да започне обработването от т.1 и да продължи до т. 2 (фиг. 2). Дължината на отсечката от т. 1 до т. 2 (т.3 до т. 4) се определя от зависимост (7)

$$(7) \quad L_{G92(I)} = H - K(I) * \tan(\alpha/2)$$

броят на проходите, с който се сменя прибавката се определя от зависимост (8), като получената стойност се закръглява до цяло число.

$$(8) \quad N_{G92(I)} = \frac{L_{G92(I)}}{a_{крG92}}$$

Критичната дебелина на стружката $a_{крG92}$ при разширяването на профила на резбата може да бъде по-голяма в сравнение с тази при цикъл G76, тъй като в този случай рязането, а оттам и натоварването на инструмента е по-малко, защото на практика по този начин прибавката се сменя с надлъжно струговане. Координатата, от която започва обработването по ос Z за разширяване на канала на резбата с команда G32 или G92 при първият резбонарезен проход не съвпада с началната координата по ос Z на цикъл G76 и се определя от зависимост (9) а всеки следващ проход се определя като към началната координата, от която започва обработването се прибавя стойността на $a_{крG92}$ до достигане на броя преходи $N_{G92(I)}$ за съответният слой.

$$(9) \quad Z_{NG92(I)} = C + \frac{1}{\cotan(\alpha/2)} [-2d(I) + K(I) \frac{1}{\tan(\alpha/2)}]$$

3. Приложение на алгоритъм за обработване на резби с голяма височина на профила в CAD/CAM среда

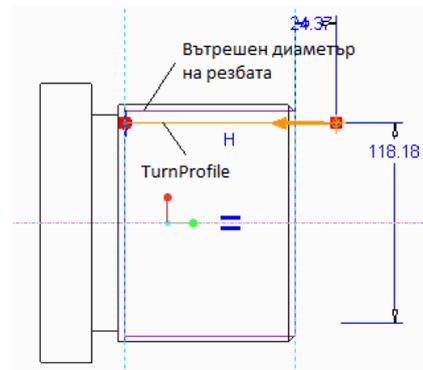
Приложението на алгоритъма за обработване на резби с голяма височина на профила в CAD/CAM среда на практика се определя от възможностите на CAD/CAM системата. Разгледано е приложение на алгоритъма за продукта PTC Creo. За да може да се генерират управляващи програми за обработване на резби по предложеният алгоритъм е необходимо предварително да бъде моделирана резбата. При разработването на инструменталният преход за обработване на резби в общият случай се изчертава така нареченият Turn Profile, съвпадащ с вътрешният диаметър на резбата, по който

се извършва обработването. Приложението на алгоритъма за обработване на резби с голяма височина на профила се състои в следното: построяват се Turn Profile (контур, по който се извършва обработването) за всеки от слоевете I_n , определени по зависимост (4), като броят на Turn Profile (-лите) се определя по зависимостта (10)

$$(10) \quad N_{TP} = 2I_n - 1$$

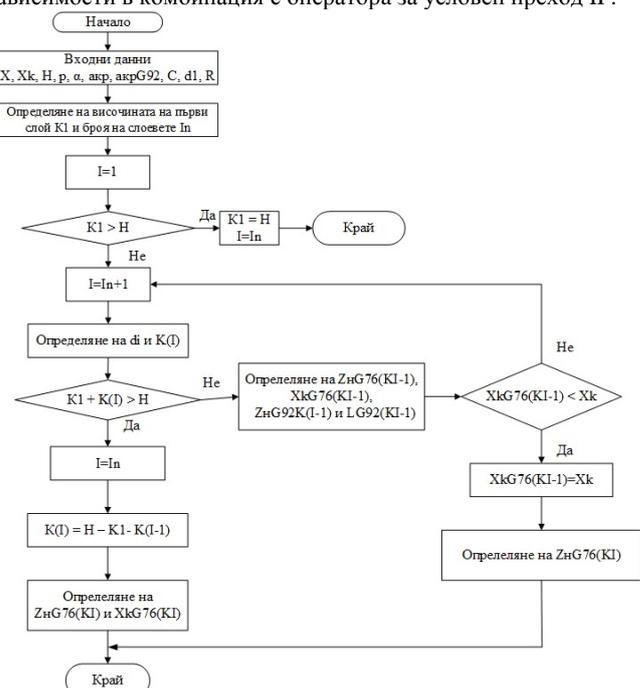
От зависимост (10) се получава, че броят на контурите, по който се извършва обработването трябва да бъде по-голям от броят на слоевете. Това се налага поради това, че при обработването на резбата на слой с височина K(I) с цикъл G76, след това е необходимо да се извърши разширяване на профила на резбата („дообработи“) с цикъл G92, където двата цикъла имат различна изходна точка по ос Z, от която започва обработването.

На фиг. 3 е показан построен Turn Profile, от където се вижда, че диаметърът, на който той „лежи“ не съвпада с вътрешният диаметър на резбата, нито с височината на първият слой, на който се извършва обработването. При построяване на Turn Profile е необходимо да се спазва изискването той да бъде успореден на външният или вътрешния диаметър на резбата, след което се оразмерява спрямо конструкторската и база. По този начин се построяват и останалите Turn Profile за всяко I_n .



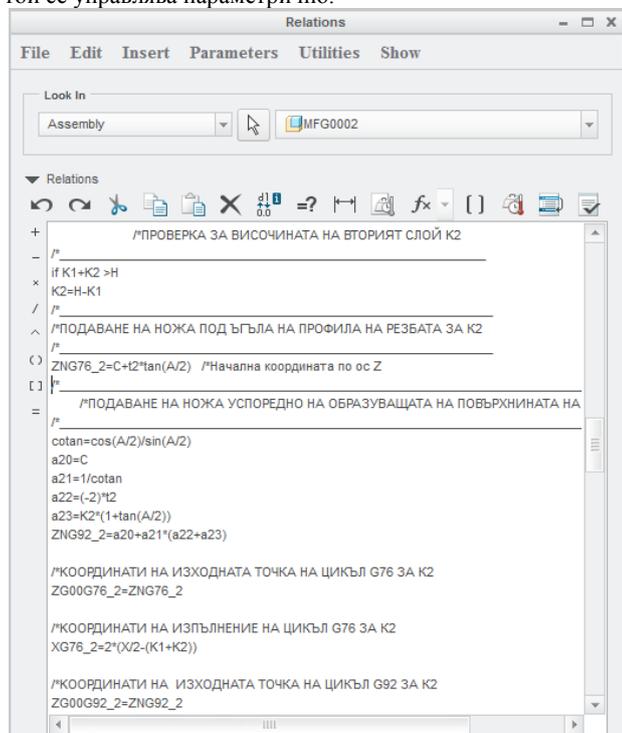
Фиг. 3 Построяване на Turn Profile

За да може да се управляват размерите на Turn Profiles (слоеве с височина K(I)), те се свързват с аналитичните зависимости от (2) до (9). Извършва се като се използва инструмента Relation на продукта, който дава възможност всеки един размер да бъде управляван от аналитични зависимости в комбинация с оператора за условен преход IF.



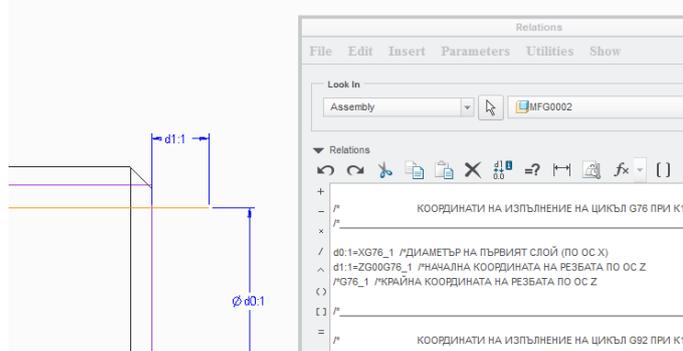
Фиг. 4 Блок схема на алгоритъма

На фиг. 4 е показана блок схемата, по която работи алгоритъма за изчисляване на броя и височината на слоевете, дълбочината на рязане $d(I)$ и др. На фиг. 5 е даден част от прозорец Relation, в който е въведен алгоритъма, по който се определят необходимите стойности за обработване на резбата по предлаганата схема на работа (фиг. 2). След определяне на стойностите на $K(I)$ за всеки слой, размерите на съответният Turn Profile се свързват с уравненията на алгоритъма. На всеки размер системата автоматично поставя име, в резултат на което той се управлява параметрично.



Фиг. 5 Прозорец Relation, с въведен алгоритъм

На фиг. 6 е показано задаването на връзката между размерите на първия Turn Profile (първият слой) със стойностите получени за него.



Фиг. 6 Задаване на връзката между размерите на Turn Profile и алгоритъма

След като бъдат свързани всички Turn Profiles със стойностите получени по аналитичните зависимости, системата автоматично ги оразмерява, с което всъщност се построяват слоевете с височина $K(I)$. Така създаденият алгоритъм се записва като текстов файл (шаблон) и при необходимост може да се извиква многократно.

За генерирането на инструментален преход за нарязване на резбата за всеки слой се използва стратегия Thread Turning.

4. Изводи

1. Алгоритъма, по който се определя височината и броят на слоевете $K(I)$ заедно с необходимата размерна информация е интегриран в CAD/CAM средата на PTC Creo, като е използван инструментът Relation;

2. Предложеният алгоритъм може да се използва както за цилиндрични, така и за конусни резби;

3. Разработена е последователност за построяване на Turn Profile за слоевете с височина $K(I)$.

5. Литература

[1] Христов Д., Петков Г., и др., Пресмятане и конструиране на машинни елементи, Второ издание, София, 1967;

[2] Хаджийски П., Петков П., Алгоритъм за изчисляване на координатите на възловите точки при нарязване на резби с голяма стъпка, Известия на ТУ-София, т. 44, кн. 2, 1989;

[3] Хаджийски П., Петков П., Астинов Ил., Нарязване на резби с голяма стъпка на стругове с ЦПУ, Известия на ВМЕИ „Ленин“, т. 43, кн. 2, 1988;

[4] Technical Guide Sandvik Coromant;

[5] Николчева Г., Режещи инструменти, Интерпрес, 2008