

Раздел 1
МАШИНОСТРОЕНЕ**Section 1**
MECHANICAL ENGINEERING**3D МОДЕЛИРАНЕ НА РЕЖЕЩО-ДЕФОРМАЦИОННИ МЕТЧИЦИ****3D MODELING OF CUTTING-DEFORMING TAPS****Миглена Николова-Пенчева*, Ирина Александрова, Йосиф Митев**
Технически университет - Габрово

Статията е постъпила на 25 януари 2017 г.; приета за отпечатване на 8 март 2017 г.

Abstract

The paper presents the methodology and the algorithm for a construction of a 3D model of cutting-deforming taps with new design, forming the threads by combining cutting and plastic deformation methods. Formulas for calculation of the structural elements of the cutting-deforming taps have been presented using the threads parameters as input data for tools design. Autodesk Inventor system has been used. The stages of the 3D model construction have been presented. The created 3D model is a basis for a strength-strain study of cutting-deforming taps and for a generation of a program for the production of CNC machines using CAM module.

Keywords: thread, modeling, cutting-deforming tap, 3D model**ВЪВЕДЕНИЕ**

Резбата е един от основните елементи в машинните детайли. Получаването на качествени параметри на резбата зависи от свойствата на материала и редица технологични фактори, към които се отнасят: метод и схема на формообразуване; конструкция и геометрия на инструмента; режим на рязане. Основните методи за получаване на вътрешни и външни резбови повърхнини са рязане, пластична деформация и комбиниран метод. При последните два метода се наблюдават по-голяма твърдост на повърхностния слой на получената резба, положително влияние на повърхностните натискови напрежения, висока точност и малка грапавост на повърхнините [5].

За получаване на вътрешна резба в качеството на инструменти се използват метчици. Въз основа на методите за формообразуване на резбата, метчиците се класифицират в три основни групи: режещи; деформиращи (безстружкови); комбинирани (режещо-деформационни).

Режещият метчик (фиг.1) представлява винт с нарязани прави или винтови стружкови канали, които образуват режещи ръбове. Режещата част се поставя в предварително пробит отвор с необходимия диаметър и чрез комбинация от въртливо и възвратно-постъпателно движение се нарязва резбата. Често се използват



фиг. 1. Режещ метчик [7]

комплекти от два или три метчика, които се отличават по размерите и точността на профила. Има метчици за глухи и проходни отвори. Метчиците се изработват от металокерамични твърди сплави и бързорезеща стомана.



фиг. 2. Деформиращ метчик [4]

Деформиращият (безстружков) метчик (фиг.2) работи на база на метода на пластичното деформиране на метала. При обработката се използва заготовка с отвор, на



фиг. 3. Режещо-деформационен метчик

който диаметър е равен на средния диаметър на обработваната резба.

Безстружковият метчик е с профил на резбовата повърхност, отговарящ на профила на обработваната резба. Под действието на въртящия момент M върховете на навивките на конусната част на метчика се внедряват в повърхността на отвора. Измественият в радиално направление метал постепенно увеличава своята височина до достигане на необходимия профил на резбата [4].

Разработена е нова конструкция режещо-деформационни метчици с повишена якост и надеждност, работещи по двата метода – рязане и пластично деформиране (фиг. 3) [5]. Режещо-деформационният метчик е

* Тел.: 0898929247; e-mail: miglena.lukanova@mail.bg

съставен от формообразуваща и калиброваша част. Формообразуващата част включва две зони – режеша, която отнема по-голямата част от прибавката, както класическите режещи метчици, и уплътняваща, която дооформя и уякчава резбата чрез пластична деформация. Напречните сечения на формообразуващата и на калибровашата част са оформени и затиловани както при безстружковите метчици, което осигурява увеличаване на якостта на инструмента.

За оценяване на работоспособността на конструкцията на създадените режешо-деформационни метчици чрез симулиране на силово натоварване и създаване на условия за тяхното изработване върху машини с ЦПУ в съвременното компютърно-интегрирано производство възниква необходимостта от създаване на 3D модели на инструментите. Построяването на 3D модели се извършва в тримерни, параметрични, базирани върху фи-чърни системи за автоматизирано проектиране (CAD) [1].

Различните конструкции метчици изискват разработването на конкретна методика за получаване на 3D модел. Известни са разработките на:

-3D модел на профил на цилиндрична резба чрез "Solid Works", като се изчертава спиралата, формообразуваща резбата със съответната стъпка. С командата SWEEP се оформя профилът на резбата [6].

-3D модел на работната част на безстружков метчик с трапецовиден профил на резбата чрез CAD система T-FLEX на фирма ЗАО „Топ Системъ“, Русия.

Цел на разработката е създаване на 3D модел на конструирания режешо-деформационен метчик, с помощта на който да се реализират програми за изработване на инструмента на машини с ЦПУ чрез САМ модули.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящата статия е представена методика за построяване на работната част на режешо-деформационни метчици в CAD среда чрез Autodesk Inventor, работеща под управлението Windows®.

Изходните данни за построяването на 3D модела са външният диаметър d и стъпката p на резбата.

Оформянето на 3D модела се базира на определените конструктивни елементи на режешо-деформационните метчици (фиг. 4 и 5) в съответствие с представения в [5] алгоритъм, както следва:

1. Диаметър d_T – определя се от местоположението на точка T (мястото на пресичане на наклонения под ъгъл λ_s стружков канал с осовата равнина на метчика):

$$d_T = d - 0,1\sqrt{\eta(d - d_2)}, \tag{1}$$

където: d - външен диаметър на резбата;

d_2 - среден диаметър на резбата;

η , %- съотношение между прибавките за пластично деформиране и рязане.

2. Диаметър на предварително пробития отвор:

$$d_0 = d + d_1 + d_T, \tag{2}$$

където d_1 е вътрешен диаметър на резбата.

3. Диаметър на челото на метчика:

$$d_3 = d_0 - (0,05 \div 0,1). \tag{3}$$

4. Ъгъл на наклона на режешата част

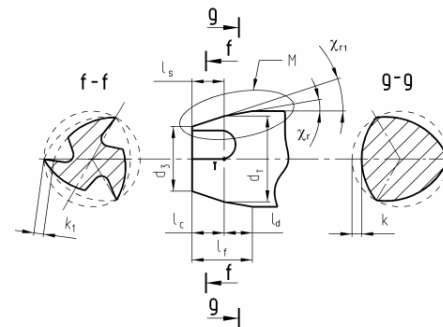
$$\chi_r = \arctg \left[\frac{(2d_T - d - d_1)tg\lambda_s}{(d + d_1 - d_T)\sin\gamma_{max}} \right]. \tag{4}$$

5. Дължина на режешата част:

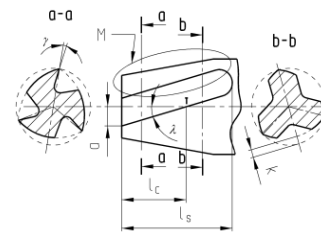
$$l_c = \frac{d_T - d_3}{2tg\chi_r} \rightarrow max. \tag{5}$$

6. Дължина на деформиращата (уплътняващата) част l_d – определя се в зависимост от диаметъра на метчика в точка T , външния диаметър на резбата и ъгъла на наклона на деформиращата част χ_r (препоръчителната стойност за χ_r се избира таблично в зависимост от вида на материала и конструктивните елементи на метчика [4]).

Методиката за създаване на 3D модела включва построяването на три спирали с профил, съответстващ на профила на обработваната резба. За моделиране на основната форма се използват двумерни скици в приетите за основни равнини.





Фиг. 4 Режешо-деформационен метчик с прави стружкови канали [5]



Фиг. 5 Режешо-деформационен метчик с наклонени стружкови канали [5]

Етапите за получаване на 3D модел на режешо-деформационен затилован метчик са (Таблица 1):

I. Изчертаване на 3D модел на заготовка на калибровашата част на режешо-деформационния метчик.

II. Построяване на цилиндрична спирала (Helical Curve)  с диаметър, равен на външния диаметър на конструирания метчик, и проектиране на получената спирала върху 3D модела чрез инструмента Project to Closest Point .

Проектираната спирала представлява непрекъснатата линия от точки, в които различните части от окръжности, оформящи профила на метчика, променят своя диаметър. Във всяка точка е проектирана равнина, в която е начертан профилът на резбообразуващия нож. От отделните проекции са сглобени навивките на резбата чрез инструмента за свързване на сечения (Loft).

III. Последователно изчертаване и проектиране на всички необходими навивки, като точката в

края на всяка спирала е начална точка на следващата. Това се налага от факта, че при проектиране на цилиндричната спирала върху модела се получава само една навивка на резбата.

IV. Построяване на уплътняващата част с дължина l_d – реализира се по начин, аналогичен на построяването на цилиндричната част, като винтовата линия се получава след последователно изчертаване на конусни спирали под ъгъл, равен на χ_r . За начало на първата конусна спирала се приема крайната точка от цилиндричната спирала. 3D формата се получава чрез последователно прилагане на инструмента за свързване на сечения (Loft).

V. Построяване на режещата част - получаването на винтовата спирала на режещата част с дължина l_c започва от последната точка на уплътняващата част и се изчертава под ъгъл χ_r , като $\chi_r \leq \chi_n$. Спиралата завършва на чело-

то на метчика с диаметър d_3 . Използва се инструментът Loft за получаване на 3D профил.

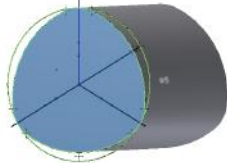

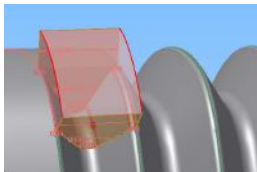
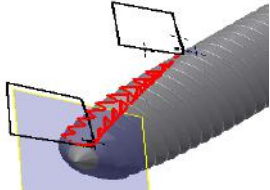
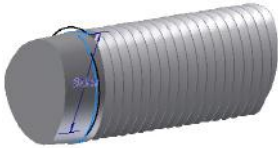
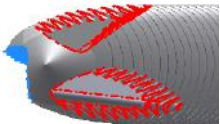
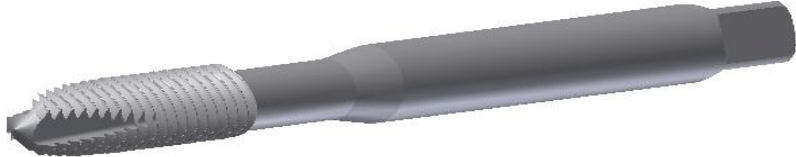
VI. Построяване на стружковия канал. Изчертава се напречният профил на стружковия канал в равнина, съвпадаща с челото на метчика. На разстояние l_c се построява равнина, успоредна на предходната. Под ъгъл, равен на ъгъла на наклона на стружковият канал, се изчертава втора проекция на напречния профил на канала. Чрез инструмента Loft – изрязване, се получава формата на един стружков канал.

VII. Получаване на необходимия брой стружкови канали чрез използване на инструмента Circular Pattern.

VIII. Построяване на присъединителната част и опашката на метчика - използват се стандартни методи за моделиране на 3D обекти.

Визуализацията на етапите е представена в Таблица 1.

Табл. 1. Визуализация на етапите за получаване на 3D модел на режещо-деформационен метчик

	
<p>I етап - Изчертаване на 3D модел на заготовка</p>	<p>V етап - Построяване на режеща част</p>
	
<p>II и III етап - Построяване на калибровача част</p>	<p>VI етап - Построяване на стружков канал</p>
	
<p>IV етап - Построяване на уплътняваща част</p>	<p>VII етап - Получаване на необходимия брой стружкови канали</p>
	
<p>VIII етап - Построяване на присъединителната част и опашката на метчика</p>	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработена е методика за получаване на 3D модел на режещо-деформационен затилован метчик в

Autodesk Inventor®. Описани са и са визуализирани етапите на построяване на 3D модела.

Създаденият 3D модел позволява да се извърши

теоретично якостно-деформационно изследване на новата конструкция режещо-деформационен метчик чрез симулация на натоварване, като получените изходни данни ще създадат възможност за оптимизиране на конструкцията. Моделът може да се използва и за написването на програма за изработване на режещо-деформационен метчик на машини с ЦПУ с помощта на САМ модул, както и за изследване на технологичния процес на формообразуване на резбата.

Създадената методика може да се прилага за построяване на 3D модели както на затиловани, така и на не затиловани метчици.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Григоров Б. Autodesk Inventor® 2012 Ръководство за работа, ТУ – София, 2012.

- [2] Събчев П, Харалампиев И, Стефанов С. Справочник по конструиране и експлоатация на металорежещи инструменти. София: Техника, 1975.
- [3] Саввин В, Киричек А, Афонин А. 3D Моделирование затилованного резьбонакатного инструмента в системе T-FLEX CAD. Публикации lib2.znate.ru, Документы, 2016.
- [4] Меншаков В, Урлапов Г, Середва В. Бесстружечные метчики, Москва: Машиностроение, 1976.
- [5] Aleksandrova I, Ganev G. Combined Cuttingdeforming Taps. Strojníškivestník – Journal of Mechanical Engineering 2013; 59 (2): 106-111.
- [6]<http://aula.bg/autocad-3D-uprajnenie-parvo-za-rabota-sas-solidi>.
- [7]<http://www.vmashtabe.ru/mashinostroenie-i-mehanika/oborudovanie/instrument/metchik-3d.html>