

Изменения в геометрията на конични повърхнини, обработени с призматични радиални профилни ножове

Петър Пантилеев Вълчо Джаджев

Changes in the geometry of the conical surfaces treated with prismatic radial profile knives:
We have reviewed specific features for profiling cutters parts of the radial profile prismatic blades which treat conical surfaces. We have extracted the equations for treated theoretical surfaces of a simple rotating hyperboloid with one surface obtained as a result of approximating of the profile of the cutting edges with a straight line segment. Dependencies are available for calculating the values of maximum errors and the position of the section in which they occur.

Key words: *geometry, radial prismatic profile knives, hyperbolic surfaces, precision conical surfaces.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Профилните ножове са предназначени за обработване на сложни профилни ротационни повърхнини в масовото и едросерийното производство. В сравнение с обикновените ножове те имат висока производителност и проста експлоатация, осигуряват висока точност на формата и размерите [3, 5].

Профилните ножове се класифицират по следните признаци:

Според формата на инструменталното тяло – призматични и кръгли;

Според разполагането и подаването им спрямо заготовката – радиални и тангенциални;

Според разположението на базата на закрепване на ножа спрямо оста на заготовката - с успоредно и наклонено закрепване;

Според вида на инструменталната повърхнина – равнинна, ротационна и винтова [2, 4].

Радиалните призматични профилни ножове се използват само за обработване на външни профилни повърхнини – фиг. 1. Те се установяват спрямо детайла така, че да се гарантират необходимите геометрични параметри на базовата им точка (точка от режещия ръб на ножа, която ще обработва точка от повърхнината на детайла, лежаща на окръжност с най-малък радиус). Стойностите на предните и задните ъгли за всички останали точки от режещия ръб са различни [3, 5].

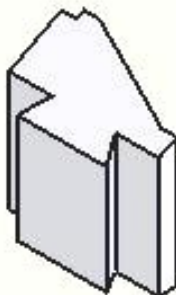
В известните методи профилирането (определянето на параметрите) на режещите ръбове се извършва чрез използване на изчислителната схема, която е показана на фиг. 2 [2, 3, 4]. Необходимо е да се определят параметрите на режещите ръбове в направление по предната повърхнина, които в процеса на обработване се копират върху детайла, както и параметрите в нормално сечение на ножа, необходими за неговото изработване.

Поради необходимостта от положителни стойности на предните ъгли на режещите части, теоретичните профили на режещите ръбове, изчислени по предната повърхнина, които обработват коничните участъци на детайлите са криволинейни. В практиката сложните криволинейни профили се апроксимират с отсечки от прави линии и дъги от окръжности.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За тази работа интерес представлява профилирането на режещите ръбове на профилни ножове за обработване на части от конични повърхнини на детайли, както и изследване на теоретичната форма на обработените с тези ножове повърхнини. На фиг.3 е показана изчислителна схема за профилиране на режещ ръб от профилен нож за обработване само на коничен участък. На фигурата с **AB** е означен режещия ръб на проектирания нож, който представлява отсечка от права линия.

Без да се греша може да се приеме, че обработваният детайл е неподвижен, а режещият ръб на ножа се върти около геометричната ос на детайла. Това

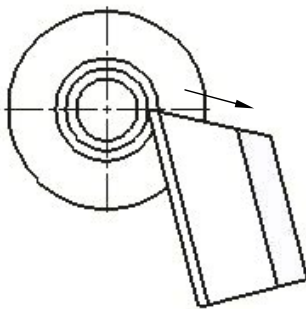
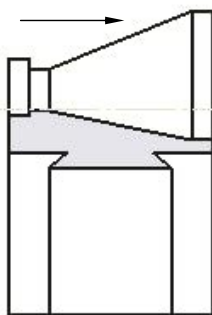


Фиг. 1 Радиален призматичен профилен нож и обработван от него детайл

хиперboloидна повърхнина от вида, показан на фиг 3. Общото уравнение на тази повърхнина (на прост ротационен хиперboloид с една повърхнина) е от вида:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1 \quad (1)$$

За да се определят стойностите на определящите параметри a и c (в случая a_i



Фиг. 2 Изчислителна схема за профилиране по предната повърхнина

зване свойствата на правоъгълния триъгълник, по зависимост (2).

$$a_1 = R_1 \cdot \sin \gamma \quad (2)$$

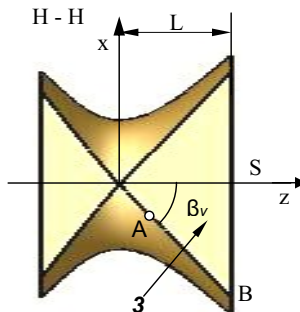
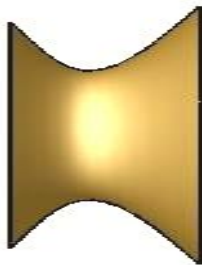
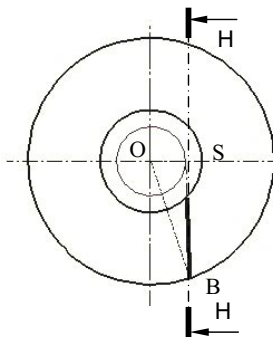
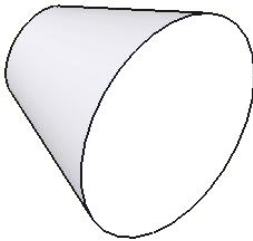
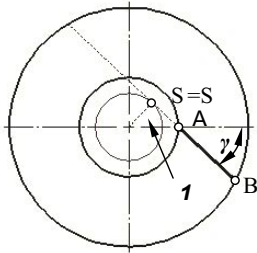
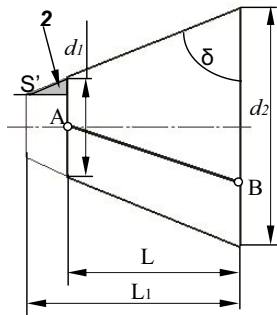
където: - R_1 - ра-диус на окръжността на малката основа на конуса;
- γ - преден ъгъл за базовата точка от режещата част на ножа.

За определяне стойностите на параметъра c_i се разглеждат триъгълниците **2** и **3**. За удобство при решаването на тази задача са направени някои преобразования. Профилната проекция на конуса е завъртяна, така че режещият ръб да застане

съответства на образуване на част от повърхнината на прост ротационен хиперboloид с една повърхнина по кинематичен път [1], т.е. получаваната обработена повърхнина е част от хиперboloидна повърхнина – фиг.3. Ако се продължи отсечката **AB** и се завърти около геометричната ос на детайла ще се получи

и c_i) и положението на координатните оси спрямо детайла се правят допълнителни построения с тънки и тънки прекъснати линии, показани на фиг.3. Разглеждат се правоъгълните триъгълници, означени с **1**, **2** и **3**. От триъгълник **1** се изчисляват стойностите на параметъра a_i (радиус на най-малката окръжност на хиперboloидната повърхнина в нормално сечение) чрез използване

успоредно на оста на симетрия на коничната повърхнина – фиг. 3. Прекарана е секуща равнина Н – Н. За ъгъл β_y се получава следният израз:



$$\beta_y = \arctg\left(\frac{SB}{L_1}\right) \quad (3)$$

където: - β_y - ъгълът заключен между кръстосаните прави линии, които са ос на ротационната повърхнина и линията на която лежи отсечката **AB**;

- L_1 - разстояние от основата на конуса (и хиперboloида) до сечението с най-малка окръжност, което може да се определи от уравнението:

$$L_1 = L + \Delta L$$

От правоъгълния триъгълник **2** за ΔL се получава следния израз:

$$\Delta L = (R_1 - a_1) \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right)$$

От правоъгълния триъгълник **SBO** се изчислява дължината на отсечката **SB**.

$$SB = \sqrt{R_2^2 - a_1^2}$$

Като се има предвид отрезото уравнение на правата **AB** (4) [1], като права от хиперboloидна

Фиг. 3 Изчислителна схема за определяне параметрите на образуваната теоретична повърхнина

повърхнина и ъгълът на кръстосване между образуващата права и геометричната ос

$$z = \frac{c}{a} \cdot x \quad (4)$$

на хиперboloидната по-върхнина, изчислен по зависимост (5) [1], може да се запише уравнението за определяне на параметъра c_1 (6).

$$\beta_y = \arctg\left(\frac{c}{a}\right) \quad (5)$$

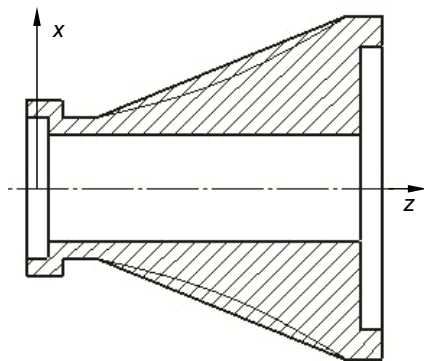
$$c_1 = \frac{R_1 \cdot \sin \gamma \cdot \sqrt{R_2^2 - R_1^2 \sin^2 \gamma}}{L + \left[(R_1 - R_1 \cdot \sin \gamma) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right) \right]} \quad (6)$$

където: - L - дължина на обработваната конична повърхнина;
 - R_2 - радиус на окръжността на голямата основа на конуса;
 - δ - ъгъл при основата на конуса.

За измененията в геометрията на коничните повърхнини може да се съди като се сравнят образуващите линии в нормално сечение на получаваната теоретична профилна повърхнина и на желаната конична повърхнина. За целта е използвана изчислителната схема от фиг. 4.

Уравнението на хиперболата в нормално сечение е:

$$\frac{x^2}{a_1^2} - \frac{z^2}{c_1^2} = 1 \quad (7)$$



За определяне на стойностите на координати на точки по ос x се получава:
 за хиперболата:

$$x = \frac{a_1}{c_1} \cdot \sqrt{z^2 + c_1^2} \quad (8)$$

за образуващата права на коничната повърхнина:

$$x_k = z \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right) + a_1 \quad (9)$$

Грешката се определя като разлика между съответните стойности по ос x по зависимост (10).

Максималните стойности на отклоненията в геометрията на обработваната конична повърхнина се определят от максимума на функцията: $\Delta x = f(z)$.

$$\Delta x = \frac{a_1}{c_1} \cdot \sqrt{z^2 + c_1^2} - z \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right) - a_1 \quad (10)$$

Максималната грешка в нормално сечение, в равнина, която минава през оста на симетрия на коничната и хиперboloидната повърхнини се получават за стойности на z , изчислени по следната зависимост :

$$z = \frac{c_1^2 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right)}{\sqrt{a_1^2 - c_1^2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right)}} \quad (11)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение могат да бъдат направени следните изводи:

1. Разгледани са специфичните особености при профилиране на режещи части на призматични радиални профилни ножове, обработващи конични повърхнини.
2. Изведени са уравненията на обработваните теоретични повърхнини на прости ротационни хиперболоиди с една повърхнина, получени следствие на апроксимиране на профила на режещите ръбове с отсечки от прави линии.
3. Предлагат се зависимости за изчисляване стойностите на максималните грешки, както и положението на сечението в което те се получават. Това позволява да бъдат взети активни решения за промяна на геометрията на ножа с цел осигуряване на желаната геометрия на обработвания детайл.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бронштейн, И., К. Семендяев. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗОВ. Москва, Наука, 1986.
- [2] Грановский, Г., К. Панченко. Фасонные резцы. Москва, Машиностроение, 1975.
- [3] Иванов, В., Режещи инструменти. Русе, Печатна база на Русенски университет „Ангел Кънчев“, 1998.
- [4] Солоненко, В., А. Рыжкин. Резание металлов и режущие инструменты. Москва, Высшая школа, 2008.
- [5] Събчев, П.. Металорежещи инструменти. София, Техника, 1982.
- [6] Фельдштейн, Е., М. Корниевич, М. Михайлов. Режущий инструмент. Москва, Новое знание, 2007.

За контакти:

Доц. д-р Петър Пантилеев, Катедра “Машинознание, машинни елементи и инженерна графика”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888-491, e-mail: pantileevp@ru.acad.bg.

Гл.ас. инж. Вълчо Джаджев, Катедра “Машинознание, машинни елементи и инженерна графика”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888-352, e-mail: vjadjev@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.