

УДК 621.9

Д.О. Красновид, студ.
Н.С. Равська, д.т.н., проф.
Національний технічний університет України "КПІ"

ГЕОМЕТРІЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ МІТЧИКА В КІНЕМАТИЧНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ

У статті графічно та аналітично визначено геометричні параметри мітчика в кінематичній системі координат, що уточнює геометрію інструмента та підвищує якість та точність мітчика при різьбонарізанні.

Вступ. Геометрія різальної частини будь-якого інструмента суттєво визначає ефективність його роботи. Аналіз геометрії в статичній та кінематичній системах координат більш точно відображає геометричні параметри інструмента в процесі різання. Якщо рух подачі несуттєвий в порівнянні з головним рухом, то цим рухом нехтують, і аналіз геометричних параметрів ведеться в статичній системі координат. Для мітчика швидкість головного руху та руху подачі порівняні, тому аналіз геометричних параметрів доцільно проводити в кінематичній системі координат.

Разом з тим теорія визначення геометричних параметрів різальної частини мітчика в кінематичній системі координат відсутня, тому в даній роботі розглянуто питання визначення кінематичного кута в плані при $\varphi \neq 0$, геометрія передньої та задньої поверхонь цього інструмента в кінематичній системі координат.

Кінематичний головний кут у плані. Графічне визначення кінематичного кута в плані для мітчика з прямими канавками та плоскою передньою поверхнею з кутом $\varphi \neq 0$ зображено на рис. 1. В системі площин проєкцій Π_1/Π_2 зображена різальна кромка АВ, котра розташована в передній площині Σ , яка проходить паралельно площині проєкцій Π_2 . Площина проєкцій Π_1 розташована перпендикулярно до осі мітчика.

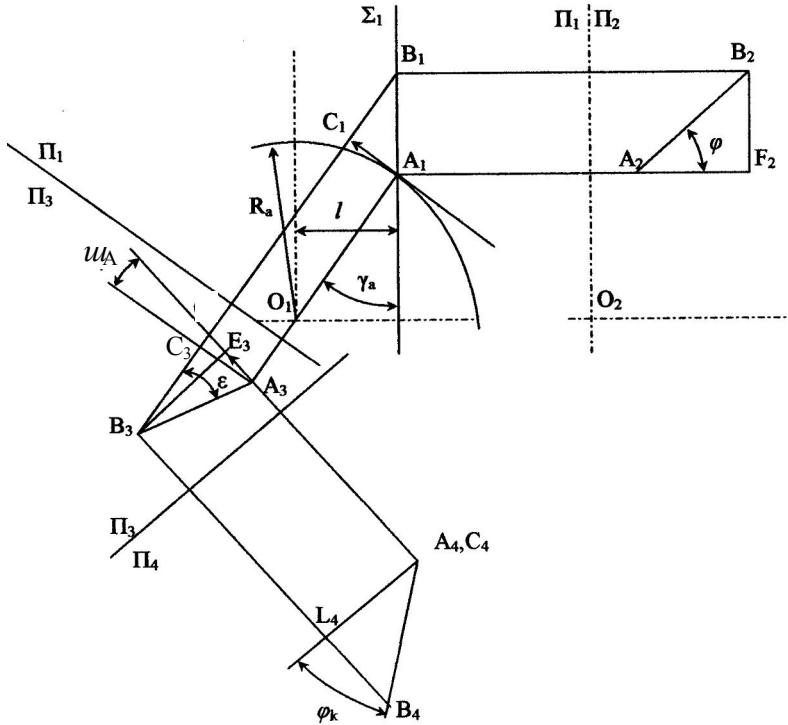


Рис. 1. Визначення кінематичного кута в плані

У досліджуваній точці різальної кромки А, інструментальний кут γ_a в торцевому перетині дорівнює:

$$\sin \gamma_a = \frac{l}{R_a} \tag{1}$$

де $l = R \cdot \sin \gamma$;

R – зовнішній радіус мітчика;

γ – передній кут мітчика в інструментальній системі координат.

Вектор швидкості \vec{V}_e результуючого руху різання проходить по лінії АЕ, положення якої визначається переднім кутом γ_a та кутом ψ_A підйому різьби в точці А, котрий дорівнює:

$$\operatorname{tg} \psi_A = \frac{S \cdot n}{2\pi \cdot R_a} \tag{2}$$

де S – крок різьби;

n – кількість заходів.

Кут ψ_A проектується в натуральну величину на площину Π_3 , котра проходить паралельно площині, дотичній до круглого циліндра R_a в точці А.

Перпендикулярно швидкості \vec{V}_e , тобто перпендикулярно лінії АЕ, проводиться площина Π_4 .

Площина Π_4 паралельна основній площині P_{vk} , в якій визначається кінематичний кут у плані. За правилом заміни площин проєкцій визначається проєкція A_4B_4 різальної кромки на площину Π_4 .

Кінематичний кут у плані φ_k розташований між кінематичною площиною різання P_{nk} та робочою площиною. Кінематична площина різання проходить через проєкцію A_4B_4 різальної кромки, перпендикулярно площині Π_4 . Робоча площина – це площина, котра містить вектор \vec{V}_e та вектор швидкості подачі, котрий проходить паралельно осі мітчика.

Робоча площина P_s проходить паралельно площині Π_3 та перпендикулярно площині Π_4 . Вона проектується на площину Π_4 в лінію A_4L_4 . Кут між прямими A_4B_4 та A_4L_4 буде кінематичним кутом в плані φ_k .

Досліджуючи графічні побудови, отримуємо аналітичні залежності визначення кінематичного кута в плані.

Позначимо розмір A_2F_2 через h .

$$\begin{aligned}
 A_2F_2 &= h = B_3L_3 \\
 B_2F_2 &= A_1B_1 = h \cdot \operatorname{tg} \varphi \\
 B_1C_1 &= A_1B_1 \cdot \cos \gamma_a = h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \gamma_a = B_4L_4 \\
 A_1C_1 &= A_1B_1 \cdot \sin \gamma_a = h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \gamma_a = A_3C_3 \\
 A_3B_3 &= \sqrt{h^2 + (A_1C_1)^2} = h \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi \cdot \sin^2 \gamma_a} \\
 \operatorname{tg} \varepsilon &= \frac{A_3C_3}{B_3C_3} = \frac{h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \gamma_a}{h} = \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \gamma_a \quad (3) \\
 B_3E_3 &= A_4L_4 = A_3B_3 \cdot \cos(\varepsilon - \psi_A) = \\
 &= h \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi \cdot \sin^2 \gamma_a} \cdot \cos(\varepsilon - \psi_A) \\
 \operatorname{tg} \varphi_k &= \frac{B_4L_4}{A_4L_4} = \frac{h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \gamma_a}{h \cdot \cos(\varepsilon - \psi_A) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi \cdot \sin^2 \gamma_a}}
 \end{aligned}$$

Тоді кінематичний кут в плані φ_k в досліджуваній точці різальної кромки дорівнює:

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \gamma_a}{\cos(\varepsilon - \psi_A) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi \cdot \sin^2 \gamma_a}}. \quad (4)$$

При $\gamma = 0$ кут φ_k буде визначатися за залежністю:

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos \psi},$$

що було також доведено в статті [3].

За формулою (4) можна розрахувати значення кінематичних кутів у плані при нарізанні різьби мітчиками з різними кутами підйому різьби, інструментальними кутами φ та γ .

Геометричні параметри передньої поверхні мітчика в кінематичній системі координат. Передня поверхня інструмента – це поверхня леза інструмента, що контактує в процесі різання зі зрізуваним шаром та стружкою [2].

Розглянемо геометрію передньої поверхні мітчика з плоскою передньою поверхнею Σ (рис. 2).

При проектуванні мітчика задаються величиною інструментального переднього γ_a кута в перетині, перпендикулярному до осі інструмента.

Вектор \vec{V}_e швидкості результуючого руху різання направлений по дотичній до гвинтової траєкторії руху точки А різальної кромки, що розглядається. Положення вектора \vec{V}_e визначається кутом ψ_A (2) підйому різьби в точці А.

У системі XYZ вектор \vec{V}_e буде визначений:

$$\vec{V}_e = -\vec{i} \cdot \cos \gamma_a + \vec{j} \cdot \sin \gamma_a - \vec{k} \cdot \operatorname{tg} \psi_A.$$

Вектор \vec{P} , направлений по вершинній різальній кромці забірної частини мітчика, визначається:

$$\vec{P} = \vec{j} \cdot \sin \varphi + \vec{k} \cdot \cos \varphi.$$

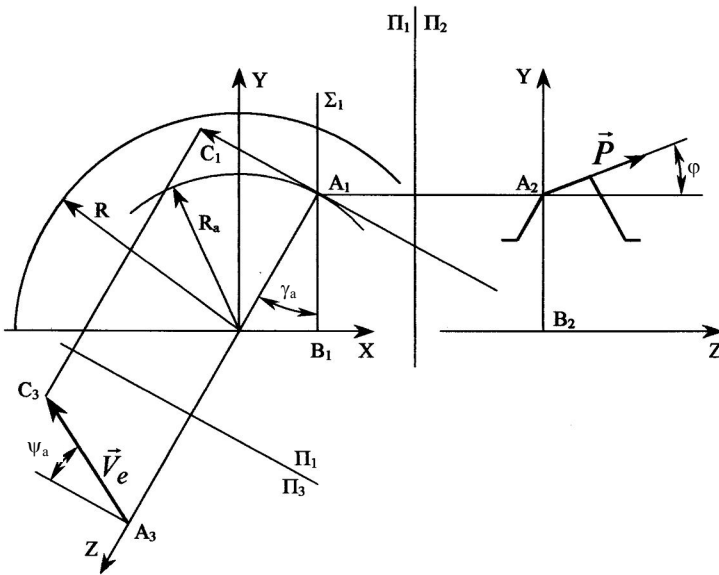


Рис. 2. Визначення геометричних параметрів передньої поверхні мітчика в кінематичній системі координат

У перетині, перпендикулярному до осі мітчика, дотично до передньої поверхні, проходить пряма АВ, положення якої визначається інструментальним переднім кутом γ_a . Вектор дорівнює:

$$\vec{AB} = -\vec{j} \cos \gamma_a.$$

Передній кут γ_H , в нормальному до різальної кромці перетині, розташований між передньою поверхнею та площиною різання [1]. Тому кут γ_H може бути визначений як кут між нормаллю \vec{N}_Π до передньої поверхні та нормаллю \vec{N}_P до поверхні різання. Таким чином, передній кут γ_H може бути визначений за формулою:

$$\operatorname{tg} \gamma_H = \frac{|\vec{N}_P \times \vec{N}_3|}{(\vec{N}_P \cdot \vec{N}_3)}.$$

Нормаль \vec{N}_P до поверхні різання визначається як векторний добуток вектора \vec{P} , направлено по різальній кромці, та вектора \vec{V}_e швидкості результуючого руху різання:

$$\vec{N}_p = [\vec{P} \times \vec{V}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \\ -\cos \gamma_a & \sin \gamma_a & -\operatorname{tg} \psi_A \end{vmatrix}$$

Розкриваючи визначник, отримуємо:

$$\begin{aligned} \vec{N}_p &= \vec{i} \cdot (-\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi - \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) - \\ & - \vec{j} \cdot \cos \gamma_a \cdot \cos \varphi + \vec{k} \cdot \cos \gamma_a \cdot \sin \varphi. \end{aligned}$$

Нормаль \vec{N}_n до передньої поверхні визначається як векторний добуток вектора \vec{P} , направлено по різальній кромці, та вектора \vec{AB} , дотичного до передньої поверхні в перетині, перпендикулярному до осі мітчика:

$$\vec{N}_n = [\vec{AB} \times \vec{P}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & -\cos \gamma_a & 0 \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \end{vmatrix}.$$

Розкриваючи визначник, отримуємо:

$$\vec{N}_n = -\vec{i} \cdot \cos \gamma_a \cos \varphi.$$

Скалярний добуток векторів \vec{N}_p та \vec{N}_n дорівнює:

$$(\vec{N}_p \cdot \vec{N}_n) = (\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi + \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) \cos \gamma_a \cos \varphi.$$

Векторний добуток векторів \vec{N}_p та \vec{N}_n дорівнює:

$$\begin{aligned} & [\vec{N}_p \times \vec{N}_n] = \\ & = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ (-\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi - \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) & -\cos \gamma_a \cdot \cos \varphi & \cos \gamma_a \cdot \sin \varphi \\ -\cos \gamma_a \cos \varphi & 0 & 0 \end{vmatrix}. \end{aligned}$$

Розкриваючи визначник, отримуємо:

$$\begin{aligned} [\vec{N}_p \times \vec{N}_n] &= \vec{j} \cdot [\cos \gamma_a \sin \varphi \cos \gamma_a \cos \varphi] - \\ & - \vec{k} \cdot [\cos \gamma_a \cos \varphi \cos \gamma_a \cos \varphi] = \\ & = j \cos^2 \gamma_a \sin \varphi \cos \varphi - k \cos^2 \gamma_a \cos^2 \varphi \end{aligned}$$

Модуль розглянутого добутку:

$$[[\vec{N}_p \times \vec{N}_n]] = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab},$$

де $a = \cos^2 \gamma_a \sin \varphi \cos \varphi$;

$$b = \cos^2 \gamma_a \cos^2 \varphi .$$

Тому передній кут γ_H в нормальному перетині до вершинної різальної кромки забірної частини мітчика в кінематичній системі координат становить:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_H &= \frac{\left| \left(\vec{N}_P \times \vec{N}_\Pi \right) \right|}{\left(\vec{N}_P \cdot \vec{N}_\Pi \right)} = \\ &= \frac{\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab}}{\left(\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi + \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi \right) \cos \gamma_a \cos \varphi} . \end{aligned} \quad (5)$$

При відомому куті γ_H передній кут γ_K в головній січній площині визначається за залежністю:

$$\operatorname{tg} \gamma_K = \operatorname{tg} \gamma_H \cdot \cos \lambda_K , \quad (6)$$

$$\text{де } \operatorname{ctg} \gamma_H = \frac{\left(\operatorname{tg} \psi_A \sin \varphi + \sin \gamma_a \cos \varphi \right)}{\cos \gamma_a \left(\sin \varphi - \cos \varphi \right)} .$$

Кут λ_K нахилу різальної кромки (кут між різальною кромкою та основною кінематичною площиною) дорівнює:

$$\sin \lambda_K = \frac{\left(\vec{V} \cdot \vec{P} \right)}{\left| \vec{V} \right| \cdot \left| \vec{P} \right|} .$$

Скалярний добуток векторів \vec{V} та \vec{P} дорівнює:

$$\left(\vec{V} \cdot \vec{P} \right) = \sin \varphi \cdot \sin \gamma_a - \operatorname{tg} \psi_A \cdot \cos \varphi ,$$

модулі векторів дорівнюють:

$$\begin{aligned} \left| \vec{P} \right| &= 1 ; \\ \left| \vec{V} \right| &= \frac{1}{\cos \psi_A} , \end{aligned}$$

звідси:

$$\sin \lambda_K = \frac{\sin \varphi \cdot \sin \gamma_a - \operatorname{tg} \psi_A \cdot \cos \varphi}{\cos \psi_A} ,$$

тобто

$$\sin \lambda_K = \sin \varphi \cdot \cos \psi_A \cdot \sin \gamma_a - \cos \varphi \cdot \sin \psi_A . \quad (7)$$

Аналіз залежностей (5), (6) та (7) показує, що кінематичний передній кут змінюється на кожному з різальних елементів мітчика вздовж його різальної частини.

Геометричні параметри задньої поверхні мітчика в кінематичній системі координат. Задня поверхня інструмента – це поверхня леза інструмента, що контактує з поверхнями заготовки в процесі різання [1].

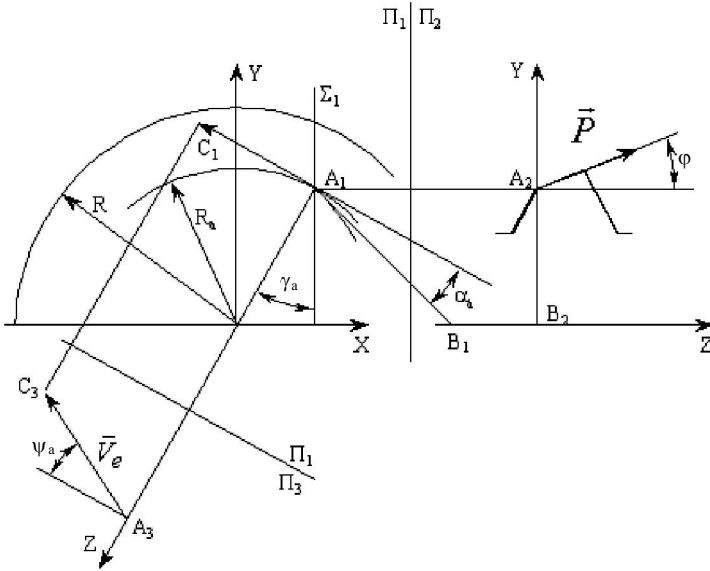


Рис. 3. Визначення геометричних параметрів задньої поверхні мітчика в кінематичній системі координат

Проаналізуємо геометрію задньої поверхні на вершинних кромках різальної частини мітчика, котрі виконують основну роботу різання (рис. 3). Задня поверхня на вершинних кромках робочої частини може бути багатоваріантною. Поверхня може бути затилуваною по Архімедовій спіралі, поверхнею обертання чи плоскою поверхнею. При проектуванні мітчика задаються величиною інструментального заднього кута в перетині, перпендикулярному осі інструмента. При затилуванні по Архімедовій спіралі величина інструментального заднього кута α_a в довільній точці різальної кромки визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{K \cdot Z}{2\pi \cdot R_a} \tag{8}$$

де K – величина затилування;
 Z – кількість стружкових канавок;

R_a – радіус точки різальної кромки, що розглядається.

Визначимо нормальний задній кут по вершинних кромках мітчика, враховуючи, що поверхня різання формується результуючим рухом різальної кромки відносно заготовки.

Вектор \vec{V}_e швидкості результуючого руху різання направлений по дотичній до гвинтової траєкторії руху точки А різальної кромки, що розглядається. Положення вектора \vec{V}_e визначається кутом ψ_A підйому різьби (2) в точці А.

У системі XYZ вектор \vec{V}_e буде визначений:

$$\vec{V}_e = -\vec{i} \cdot \cos \gamma_a + \vec{j} \cdot \sin \gamma_a - \vec{k} \cdot \operatorname{tg} \psi_A.$$

Вектор \vec{P} , направлений по вершинній різальній кромці забірної частини мітчика, визначається:

$$\vec{P} = \vec{j} \cdot \sin \varphi + \vec{k} \cdot \cos \varphi.$$

У перетині, перпендикулярному до осі мітчика, дотично до задньої поверхні, проходить пряма АВ, положення якої визначається інструментальним заднім кутом α_a . Вектор дорівнює:

$$\vec{AB} = \vec{i} \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) - \vec{j} \cdot \sin(\alpha_a + \gamma_a).$$

Задній кут α_H , в нормальному до різальної кромки перетині, розташований між задньою поверхнею та площиною різання [2]. Тому кут α_H може бути визначений як кут між нормаллю \vec{N}_3 до задньої поверхні та нормаллю \vec{N}_p до поверхні різання. Таким чином, задній кут α_H може бути визначений за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_H = \frac{|\vec{N}_p \times \vec{N}_3|}{\vec{N}_p \cdot \vec{N}_3}.$$

Нормаль \vec{N}_p до поверхні різання визначається як векторний добуток вектора \vec{P} , направлено по різальній кромці, та вектора \vec{V}_e швидкості результуючого руху різання:

$$\vec{N}_p = [\vec{P} \times \vec{V}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \\ -\cos \gamma_a & \sin \gamma_a & -\operatorname{tg} \psi_A \end{vmatrix}.$$

Розкриваючи визначник, отримуємо:

$$\vec{N}_p = \vec{i} \cdot (-\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi - \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) - \vec{j} \cdot \cos \gamma_a \cdot \cos \varphi + \vec{k} \cdot \cos \gamma_a \cdot \sin \varphi$$

Нормаль \vec{N}_3 до задньої поверхні визначається як векторний добуток вектора \vec{P} , направлено по різальній кромці, та вектора \vec{AB} , дотичного до задньої поверхні в перетині, перпендикулярному осі мітчика:

$$\vec{N}_3 = [\vec{AB} \times \vec{P}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \cos(\alpha_a + \gamma_a) & -\sin(\alpha_a + \gamma_a) & 0 \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \end{vmatrix}$$

Розкриваючи визначник, отримуємо:

$$\vec{N}_3 = \vec{i} \cdot \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cos \varphi - \vec{j} \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) \cos \varphi + \vec{k} \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) \sin \varphi$$

Скалярний добуток векторів \vec{N}_p та \vec{N}_3 дорівнює:

$$\begin{aligned} (\vec{N}_p \cdot \vec{N}_3) &= (-\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi - \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) \times \\ &\times \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cos \varphi + \\ &+ \cos \gamma_a \cdot \cos \varphi \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) \cdot \sin \varphi + \\ &+ \cos \gamma_a \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a). \end{aligned}$$

Звідси:

$$\begin{aligned} (\vec{N}_p \cdot \vec{N}_3) &= 2 \cos \gamma_a \cos \varphi \cos(\alpha_a + \gamma_a) \sin \varphi - \\ &-(\operatorname{tg} \psi_A \sin \varphi + \sin \gamma_a \cos \varphi) \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cos \varphi \end{aligned}$$

Векторний добуток векторів \vec{N}_p та \vec{N}_3 дорівнює:

$$[\vec{N}_p \times \vec{N}_3] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ (-\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi - \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) & -\cos \gamma_a \cdot \cos \varphi & \cos \gamma_a \cdot \sin \varphi \\ \sin(\alpha_a + \gamma_a) & -\cos(\alpha_a + \gamma_a) \cos \varphi & \cos(\alpha_a + \gamma_a) \sin \varphi \end{vmatrix}$$

Розкриваючи визначник, отримуємо:

$$\begin{aligned} [\vec{N}_p \times \vec{N}_3] &= \vec{j} \cdot [(\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi + \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) \cdot \sin \varphi \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) + \\ &+ \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \gamma_a \sin] \varphi + \\ &+ \vec{k} \cdot [(\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi + \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) \cdot \sin \varphi \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) + \\ &+ \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \gamma_a \sin \varphi] \end{aligned}$$

Модуль розглянутого добутку:

$$\left[\left[\vec{N}_P \times \vec{N}_3 \right] \right] = \sqrt{2 \cdot a_1^2},$$

де

$$a_1 = [(\operatorname{tg} \psi_A \cdot \sin \varphi + \sin \gamma_a \cdot \cos \varphi) \cdot \sin \varphi \cdot \cos(\alpha_a + \gamma_a) + \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \gamma_a \sin \varphi]$$

Тому задній кут α_H в нормальному перетині до вершинної різальної кромки забірної частини мітчика в кінематичній системі координат становить:

$$\operatorname{tg} \alpha_H = \frac{\left[\left[\vec{N}_P \times \vec{N}_3 \right] \right]}{(\vec{N}_P \cdot \vec{N}_3)} = \quad (9)$$

$$= \frac{a_1 \sqrt{2}}{2 \cos \gamma_a \cos \varphi \cos(\alpha_a + \gamma_a) \sin \varphi - (\operatorname{tg} \psi_A \sin \varphi + \sin \gamma \cos \varphi) \sin(\alpha_a + \gamma_a) \cos \varphi}$$

Підставляючи a_1 у формулу (9), маємо нагоду визначити задній кут α_H .

При відомому куті α_H задній кут α_K в головній січній площині визначається за залежністю:

$$\operatorname{tg} \alpha_K = \operatorname{tg} \alpha_H \cdot \cos \lambda_K, \quad (10)$$

де кут λ_K нахилу різальної кромки (7).

Кінематичний задній кут змінюється на кожній з різальних кромок різальної частини мітчика і залежить від інструментальних переднього та заднього кутів, кута в плані та кута підйому різьби.

Висновки. При розрахунках геометричних параметрів різальної частини мітчика необхідно враховувати кінематику процесу різьбонарізання. Перехід до кінематичної системи координат дозволяє більш точно визначити геометрію інструмента, необхідну для всебічного аналізу процесу різання та виявлення доцільних умов його здійснення. Розроблені в даній роботі формули для визначення геометричних параметрів різальної частини мітчика можливо використовувати для різних типів мітчиків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
2. ГОСТ 25762-83. Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий. М.: ГК СССР по стандартам, 1983. – 41 с.

3. Определение кинематического угла в плане и толщина среза при нарезании резьбы метчиком // Вестник НГУУ «КПИ». – № 44. – 2003.
4. *Родин П.Р.* Металлорежущие инструменты. 3-е изд. – К.: Вища школа, 1986. – 455 с.
5. *Родин П.Р.* Проектирование и производство режущего инструмента. – Киев: Машгиз, 1962. – 254 с.
6. *Филиппов Г.В.* Режущий инструмент. – Л.: Машиностроение, 1981. – 392 с.
7. *Фрумкин Ю.Л.* Высокопроизводительный резьбонарезной инструмент. – М.: Машниз., 1960. – 163 с.

КРАСНОВИД Дмитро Олександрович – студент Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

– проектування інструменту.

РАВСЬКА Наталя Сергіївна – доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

– проектування інструменту.

Подано 17.05.2005

УДК 621.9

Геометрія різальної частини мітчика в кінематичній системі координат / Д.О. Красновид, Н.С. Равська

В статті графічно та аналітично визначено геометричні параметри мітчика в кінематичній системі координат що уточнює геометрію інструмента та підвищує якість та точність мітчика при різьбонарізанні.

УДК 621.9

??????????/???

В статье графически и аналитически определены геометрические параметры метчика в кинематической системе координат, что уточняет геометрию инструмента и повышает качество и точность процесса резьбонарезания.

УДК 621.9

??????????/???

In a paper are analytically and geometrically defined parameters of a tap in a tool-in-use system, that improves geometry of the instrument, accuracy and the quality of process of the threading.