УДК 612.914.22

О.М. Герасимчук, асист.
Національний технічний університет України "КПІ"

ГЕОМЕТРІЯ ЗАДНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТОРЦЕВИХ ФАСОННИХ ФРЕЗ ІЗ ЦИЛІНДРИЧНОЮ ЗАДНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ

(Представлено д.т.н., проф. Равською Н.С.)

Проаналізовано геометрію торцевих фасонних фрез із циліндричною задньою поверхнею, у яких передня площина проходить через вісь фрези. Визначено статичний задній кут α_N у нормальному до ріжучої крайки перетині. Дано рекомендації для вибору положення утворюючої задньої поверхні в залежності від форми профілю оброблюваної деталі.

Розглядається задача визначення статичних задніх кутів α_N на ріжучій частині торцевої фасонної фрези із циліндричною задньою поверхнею. Поверхнею різання буде поверхня обертання ріжучої крайки навколо осі фрези. Приймемо величину переднього кута $\gamma_1 = 0$ і будемо аналізувати випадок, коли передня площина P проходить через вісь фрези (рис. 1).

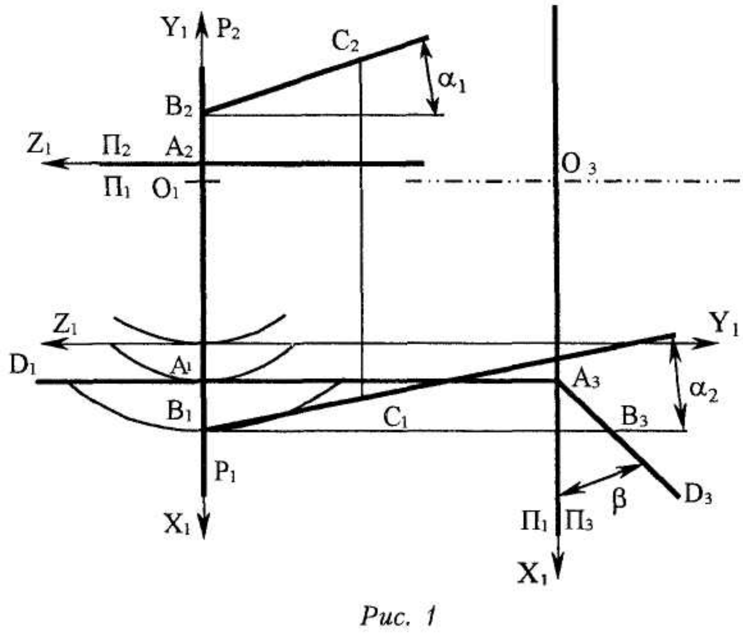

Рис. 1

У системі площин проекцій $\Pi_1/\Pi_2/\Pi_3$ зображений у проекції на площину Π_3 профіль обробленої фасонної циліндричної поверхні деталі. У системі Π_1/Π_2 зображуємо передню площину P, сліди якої P_1 і P_2, та вісь O фрези. Вихідна інструментальна поверхня буде поверхнею обертання профілю обробленої циліндричної поверхні навколо осі фрези, оскільки передня площина проходить через вісь фрези. Форма ріжучої крайки буде також співпадати з профілем обробленої поверхні. Однією з точок ріжучої крайки буде точка B. Дотична до ріжучої крайки в точці B визначається як лінія перетину передньої площини P і площини $Д$, яка дотикається вихідної інструментальної поверхні й обробленої циліндричної поверхні в точці B. Це буде пряма AB, положення якої характеризується кутом β.

По дотичній до ріжучої крайки в довільній її точці B проведемо вектор $\bar{P}$. У системі координат $X_1Y_1Z_1$ вектор $\bar{P}$ буде:

$$\bar{P} = \bar{i} + \bar{j}\,\mathrm{tg}\beta \,. \tag{1}$$

Розглядаються статичні геометричні параметри, швидкість різання $\bar{V}$ у точці B буде швидкістю обертання точки B навколо осі фрези. Тому вектор швидкості $\bar{V}$ буде направлений паралельно осі Z_1. Приймаємо довжину вектора $\bar{V}$ рівній одиниці.

Отже, $\bar{V} = \bar{k}$.

У загальному випадку положення утворюючої BC задньої поверхні визначається величинами кутів α_1 і α_2.

У системі $X_1Y_1Z_1$ вектор $\bar{З}$, що направлений по утворюючій BC, буде:

$$\bar{З} = -\bar{i}\mathrm{tg}\alpha_2 + \bar{j}\mathrm{tg}\alpha_1 - \bar{k}\,. \tag{2}$$

Нормаль $\bar{N}_З$ до задньої поверхні в точці B ріжучої крайки буде векторним добутком векторів $\bar{P}$ і $\bar{З}$.

$$\bar{N}_З = \left[\bar{P} \times \bar{З}\right] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 1 & \mathrm{tg}\beta & 0 \\ -\mathrm{tg}\alpha_2 & \mathrm{tg}\alpha_1 & -1 \end{vmatrix} = -\bar{i}\mathrm{tg}\beta + \bar{j} + \bar{k}(\mathrm{tg}\alpha_1 + \mathrm{tg}\alpha_2\mathrm{tg}\beta)\,. \tag{3}$$

Вектор нормалі $\bar{N}p$ до статичної поверхні різання в точці B ріжучої крайки буде векторним добутком векторів $\bar{P}$ і $\bar{V}$.

$$\bar{N}_P = \left[\bar{P} \times \bar{V}\right] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 1 & \mathrm{tg}\beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \bar{i}\mathrm{tg}\beta - \bar{j}\,. \tag{4}$$

Отже, статичний задній кут α_N у нормальному до ріжучої крайки перетині в її довільній точці B буде дорівнювати:

$$\mathrm{tg}\alpha_N = \frac{\left|\left[\bar{N}_P \times \bar{N}_З\right]\right|}{(\bar{N}_P \cdot \bar{N}_З)} = \mathrm{tg}\alpha_1\cos\beta + \mathrm{tg}\alpha_2\sin\beta\,. \tag{5}$$

У проаналізованому випадку обробки фасонної циліндричної поверхні торцевою фрезою, передня площина якої проходить через вісь фрези, кут β дорівнює куту в плані φ торцевої фрези. Таким чином, маємо:

$$\mathrm{tg}\alpha_N = \mathrm{tg}\alpha_1\cos\varphi + \mathrm{tg}\alpha_2\sin\varphi\,. \tag{6}$$

За отриманими формулами можна розрахувати статичні задні кути α_N у будь-яких точках ріжучої крайки торцевої фрези з $\gamma = 0°$ і $\lambda = 0°$.

Найчастіше кут α_2 приймається рівним нулю. Тоді задній кут α_N буде дорівнювати:

$$\mathrm{tg}\alpha_N = \mathrm{tg}\alpha_1 \cdot \cos\varphi = \mathrm{tg}\alpha_1 \cdot \cos\beta\,. \tag{7}$$

У цьому випадку для точок профілю обробленої поверхні, у яких кут $\beta = 0°$, задній кут α_N у відповідній точці ріжучої крайки буде дорівнювати:

$$\alpha_N = \alpha_1\,. \tag{8}$$

Але при $\beta = 90°$, задній кут $\alpha_N = 0°$. Тому приймати кут $\alpha_2 = 0°$ можна в тому випадку, коли кут β на профілі деталі близький до нуля і не дорівнює в жодній його точці 90°.

При $\alpha_1 = 0$ статичний кут α_N у будь-яких точках ріжучої крайки розраховується за формулою:

$$\operatorname{tg}\alpha_N = \operatorname{tg}\alpha_2 \sin\beta. \quad (9)$$

При $\beta = 0°$ задній кут α_N буде дорівнювати нулю, а при $\beta = 90°$ задній кут $\alpha_N = \alpha_2$.

Тому приймати кут $\alpha_1 = 0°$ можна в тому випадку, коли кут β на профілі деталі близький до 90° і не дорівнює в жодній його точці нулю.

При проектуванні торцевих фрез із циліндричною задньою поверхнею можна задаватися статичними задніми кутами α_N у двох точках ріжучої крайки і визначати відповідні кути α_1 і α_2. Приймемо, що в першій точці ріжучої крайки, що відповідає куту $\beta = \beta_1$, статичний задній кут дорівнює α_{N1}. В другій точці ріжучої крайки, що відповідає куту $\beta = \beta_2$, статичний задній кут дорівнює α_{N2}.

Для першої точки будемо мати:

$$\operatorname{tg}\alpha_{N1} = \operatorname{tg}\alpha_1 \cos\beta_1 + \operatorname{tg}\alpha_2 \sin\beta_1. \quad (10)$$

Для другої точки ріжучої крайки будемо мати:

$$\operatorname{tg}\alpha_{N2} = \operatorname{tg}\alpha_1 \cos\beta_2 + \operatorname{tg}\alpha_2 \sin\beta_2. \quad (11)$$

Після розв'язку системи цих двох рівнянь одержимо:

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{\operatorname{tg}\alpha_{N1}\sin\beta_2 - \operatorname{tg}\alpha_{N2}\sin\beta_1}{\sin(\beta_2 - \beta_1)}, \quad (12)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{\operatorname{tg}\alpha_{N1}\cos\beta_2 - \operatorname{tg}\alpha_{N2}\cos\beta_1}{\sin(\beta_1 - \beta_2)}. \quad (13)$$

В окремому випадку при $\beta_1 = 0°$ і $\beta_2 = 90°$ одержимо $\alpha_1 = \alpha_{N1}$, $\alpha_2 = \alpha_{N2}$, що і слід очікувати.

Передні кути γ_N і кути нахилу ріжучої крайки λ торцевих фрез , у яких передня площина проходить через їхню вісь, дорівнюють нулю ($\gamma_N = 0$ і $\lambda = 0$) у будь-якій точці ріжучої крайки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Родин П.Р.* Основы проектирования режущих инструментов: Учебник. – К.: Вища шк., 1990 р. – 424 с.

ГЕРАСИМЧУК Олена Михайлівна – асистент кафедри інструментального виробництва Національного технічного університету України "КПІ".

Наукові інтереси:

- теорія проектування торцевих фрез;
- процеси торцевого фрезерування.

Тел.: 441-10-68.

Подано 01.06.2002