

УДК.621.914

О.В. Мамлюк, к.т.н.

Київський авіаційний технікум

ВИХІДНА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПОВЕРХНЯ ОБКАТНОЇ ШЛІЦЬОВОЇ ФРЕЗИ ПРИ ПЕРЕХРЕСНИХ ОСЯХ ЗАГОТОВКИ Й ІНСТРУМЕНТА

Вирішено задачу визначення вихідної інструментальної поверхні обкатної шліцьової фрези, коли точки характеристики визначаються виходячи з умови дотику їхньої швидкості обробленої поверхні шліцьового вала при русі деталі щодо інструмента.

Вступ. Шліцьові вали широко використовуються в машинобудуванні. Найбільш часто вони обробляються складними і дорогими черв'ячними фрезами. Більш простими інструментами, призначеними для обробки шліцьових валів, є фасонні обкатні шліцьові фрези.

Однак теорія формоутворення шліцьових валів обкатними шліцьовими фрезами розроблена недостатньо. Тому в статті вирішується задача визначення вихідної інструментальної поверхні обкатної дискової шліцьової фрези, коли характеристики визначаються виходячи з того, що в точках контакту спряжених поверхонь швидкості відносного руху дотикаються поверхні деталі.

Важливим питанням є визначення параметрів процесу формоутворення заданої поверхні шліцьового вала без перехідних кривих на межі суміжних ділянок. Ця задача також розглядається в статті.

Визначення вихідної інструментальної поверхні. Схема формоутворення шліцьового вала обкатною фрезою зводиться до обертання заготовки навколо своєї осі з кутовою швидкістю $\vec{\omega}_1$ і обертання фрези навколо своєї осі з кутовою швидкістю $\vec{\omega}_2$. Осі заготовки і фрези є перехресними прямими, кут між якими дорівнює η .

Вихідна інструментальна поверхня будь-якого інструмента є сукупністю характеристик у системі координат, пов'язаної з інструментом, визначених у різні моменти процесу обробки.

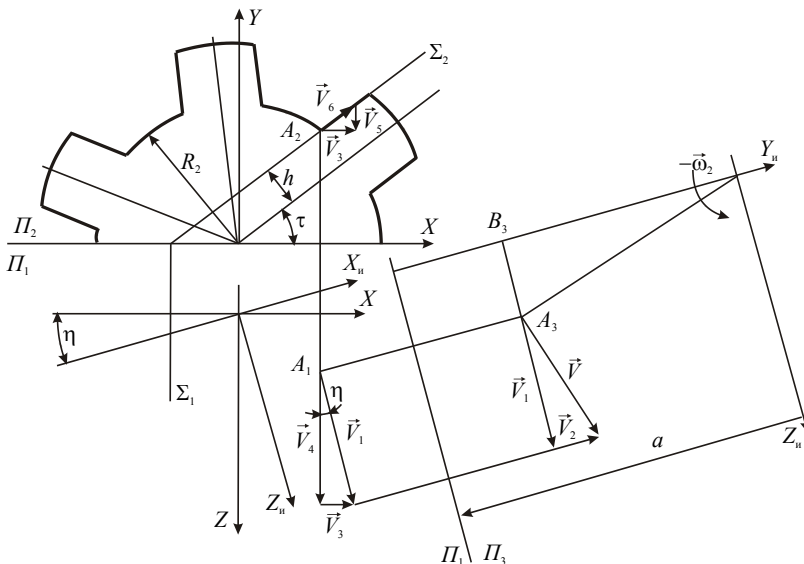


Рис. 1. Схема визначення швидкості обертання точки A навколо осі інструмента

У точках характеристик швидкості руху поверхні деталі відносно інструмента дотикаються обробленої поверхні. Виберемо нерухому систему координат XYZ , вісь Z якої йде по осі шліцьового вала, а також систему $X_nY_nZ_n$, вісь X_n якої йде по осі обкатної шліцьової фрези (рис. 1). Визначимо характеристику на площині Σ шліцьового вала. Положення площини Σ в розглянутий момент характеризується кутом τ і величиною h . На площині Σ візьмемо довільну точку A з координатами X, Y, Z . Визначимо швидкість обертання точки A навколо осі інструмента з кутовою швидкістю $(-\bar{\omega}_2)$ обертання інструмента, взятої з протилежним знаком. У дійсну величину швидкість \vec{V} обертання точки A навколо осі X_n проектується на площину Π_3 , яка йде перпендикулярно осі фрези X_3 . Швидкість \vec{V} буде дорівнювати:

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2.$$

$$|\vec{V}_1| = |\bar{\omega}_2| \cdot (a - Y);$$

$$|\vec{V}_2| = A_3 B_3 |\bar{\omega}_2| = |\bar{\omega}_2| (Z \cos \eta + X \sin \eta).$$

За побудовою: $A_3 B_3 = Z \cos \eta + X \sin \eta$.

Швидкість \vec{V} , що йде паралельно площини Π_1 , дорівнює сумі швидкостей \vec{V}_3 і \vec{V}_4 :

$$\vec{V}_1 = \vec{V}_3 + \vec{V}_4,$$

$$V_3 = V_1 \cdot \sin \eta = \omega_2 (a - Y) \sin \eta.$$

Швидкість \vec{V}_4 лежить у площині Σ .

Швидкість \vec{V}_3 дорівнює сумі швидкостей: $\vec{V}_3 = \vec{V}_5 + \vec{V}_6$. Швидкість \vec{V}_6 лежить в площині Σ . Швидкості \vec{V}_2 , \vec{V}_5 йдуть паралельно осі Y :

$$V_5 = V_3 \cdot \operatorname{tg} \tau = \omega_2 (a - Y) \sin \eta \cdot \operatorname{tg} \tau.$$

Визначимо швидкість обертання точки A навколо осі шліцьового вала, з кутовою швидкістю $\vec{\omega}_1$ (рис. 2).

$$\vec{V}_A = \vec{V}_7 + \vec{V}_8; \quad \vec{V}_7 = \omega_1 \cdot X; \quad \vec{V}_8 = \omega_1 \cdot Y.$$

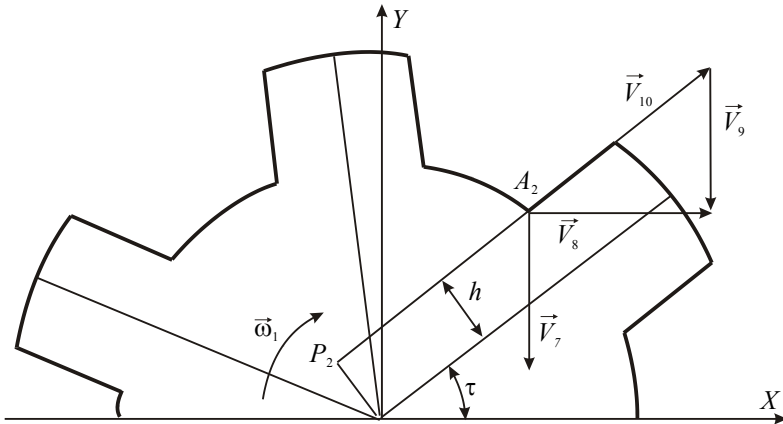


Рис. 2. Схема визначення швидкості обертання точки A навколо осі шліцьового вала

Швидкість \vec{V}_8 дорівнює сумі швидкостей:

$$\vec{V}_8 = \vec{V}_9 + \vec{V}_{10}.$$

Швидкість \vec{V}_{10} лежить у площині Σ .

$$V_9 = V_8 \cdot \operatorname{tg} \tau = \omega_1 Y \operatorname{tg} \tau.$$

Таким чином, сумарна швидкість V_Σ уздовж осі Y дорівнює:

$$\vec{V}_\Sigma = \vec{V}_2 - \vec{V}_5 - \vec{V}_9 - \vec{V}_7.$$

Звідси:

$$V_\Sigma = \omega_2 (Z \cos \eta + X \sin \eta) - \omega_2 (a - Y) \sin \eta \operatorname{tg} \tau - \omega_1 Y \operatorname{tg} \tau - \omega_1 X.$$

У точці характеристики швидкість V_{Σ} повинна дорівнювати нулю. Звідси рівняння контакту буде:

$$Z = \frac{\omega_2(a - Y) \sin \eta \operatorname{tg} \phi + \omega_1(X + Y \operatorname{tg} \phi) - \omega_2 X \sin \eta}{\omega_2 \cos \eta},$$

або

$$Z = [(a - Y) \operatorname{tg} \phi - X] \operatorname{tg} z + \frac{X + Y \operatorname{tg} \phi}{\frac{\omega_2}{\omega_1} \cos \eta}.$$

Таким чином, координати XYZ довільної точки A характеристики визначаються у такій послідовності:

- на профілі площини Σ вибираються координати точки X і Y ;
- за рівнянням контакту визначається координата Z точки контакту:

$$Z = [(a - Y) \operatorname{tg} \phi - X] \operatorname{tg} z + \frac{X + Y \operatorname{tg} \phi}{\frac{\omega_2}{\omega_1} \cos \eta}.$$

Як відомо, характеристикою на площині при будь-якій схемі формоутворення буде пряма лінія. Тому, визначаючи характеристику, досить розрахувати координати двох точок. За одну точку характеристики доцільно прийняти точку P (рис. 2), координати якої дорівнюють:

$$X_P = -h \sin \tau; \quad Y_P = h \cos \tau;$$

$$Z_P = [(a - Y_P) \operatorname{tg} \phi - X_P] \operatorname{tg} z.$$

Сукупність характеристик, визначених у процесі обробки в різні моменти часу, тобто при різній величині кута τ у системі координат, пов'язаній з інструментом, буде вихідною інструментальною поверхнею, спряженою з плоскою стороною зуба шліцьового вала.

Визначимо вихідну інструментальну поверхню, спряжену з круглою циліндричною поверхнею впадин шліцьового вала (рис. 3).

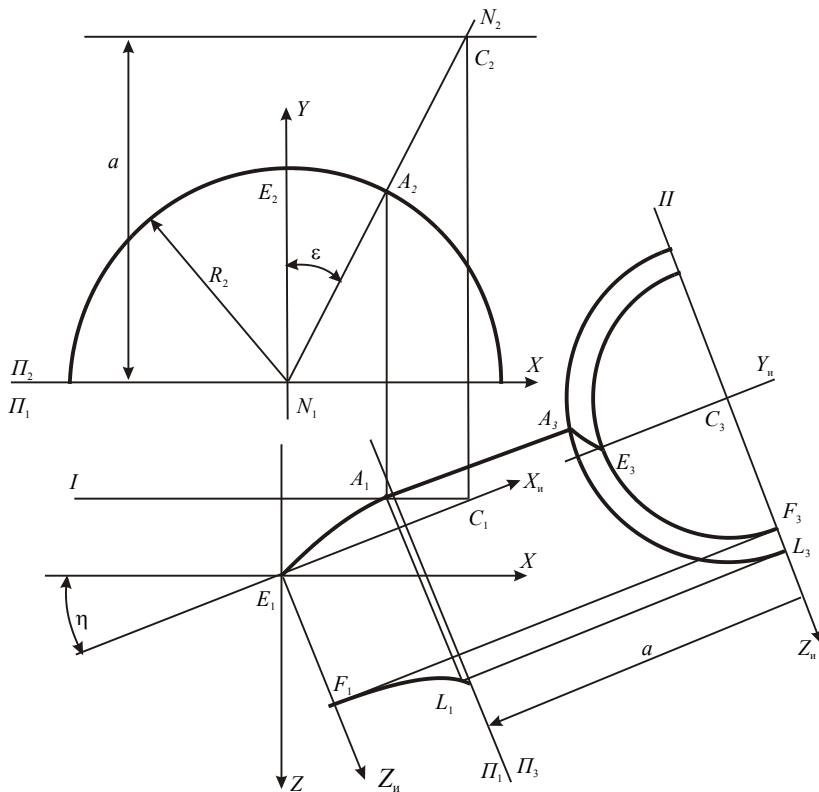


Рис. 3. Схема визначення вихідної інструментальної поверхні

На профілі круглої циліндричної поверхні розглянемо довільну точку A_2 з координатами X, Y . Через точку A_2 проводимо площину N , яка проходить через вісь шліцьового вала. Площина N перетинає вісь фасонної обкатної фрези в точці C . Через точку C проводимо перетин $I-I$, перпендикулярний осі шліцьового вала. У перетині $I-I$ знаходимо точку A_1 . Лінія AC буде нормаллю до круглої циліндричної поверхні шліцьового вала, що перетинає вісь фрези. Точка A буде точкою характеристики, оскільки рух обертання шліцьового вала навколо своєї осі призводить до ковзання розглянутої круглої циліндричної поверхні самої собою і тому при визначенні характеристики цей рух не враховується. Аналогічно визначаються інші точки характеристики AE на круглій циліндричній поверхні вала. Характеристика на круглій циліндричній поверхні вала не змінює своєї форми і положення в процесі обробки. Тому поверхня обертання характеристики AE навколо осі

фрези буде вихідною інструментальною поверхнею. Профіль цієї поверхні F_1L_1 визначається як лінія перетинання перетину $II-II$ і вихідної інструментальної поверхні.

Відповідно до графічного розв'язку координата Z точки A характеристики буде дорівнювати:

$$Z = -a \cdot \operatorname{tge} \cdot \operatorname{tg} \eta,$$

де $\operatorname{tge} = \frac{X}{Y}$.

Визначимо кут η нахилу осі обкатної шліцьової фрези, при якому характеристика на межі перетинання круглої циліндричної поверхні і бічної площини зуба вала не буде розриватися. У цьому випадку обробка заданого шліцьового вала буде здійснюватися без перехідної кривої у впадині. Координати X , Y точки A , розташованої на межі суміжних ділянок поверхні вала, будуть такими (рис. 1):

$$X = R_2 \cos(\tau + \mu);$$

$$Y = R_2 \sin(\tau + \mu),$$

де $\sin \mu = \frac{h}{R_2}$.

Координата Z точки A характеристики на площині Σ визначається за залежністю:

$$Z = [(a - Y) \operatorname{tg} \phi - X] \operatorname{tg} z + \frac{X + Y \operatorname{tg} \phi}{U \cos \eta},$$

де $U = \frac{\omega_2}{\omega_1}$.

Координата Z точки A характеристики на круглій циліндричній поверхні визначається за залежністю:

$$Z = -a \cdot \operatorname{tge} \cdot \operatorname{tg} \eta.$$

Для того, щоб характеристики на межі суміжних ділянок поверхні шліцьового вала не мали розриву, необхідно, щоб дотримувалась рівність координат Z :

$$-a \cdot \operatorname{tge} \cdot \operatorname{tg} z = [(a - Y) \operatorname{tg} \phi - X] \operatorname{tg} \eta + \frac{X + Y \operatorname{tg} \phi}{U \cos z},$$

де $\cos \eta = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \eta}}$.

Таким чином:

$$-a \cdot \operatorname{tge} \cdot \operatorname{tg} z = [(a - Y) \operatorname{tg} \phi - X] \operatorname{tg} \eta + \frac{(X + Y \operatorname{tg} \phi) \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \eta}}{U}.$$

З цього рівняння визначається кут η нахилу осі фасонної обкатної шліцьової фрези.

Висновки. Поверхня шліцьового вала може оброблятися фасонними обкатними фрезами при перехресних осях заготовки й інструмента.

У статті розглянута методика і розв'язана задача визначення вихідної інструментальної поверхні обкатної шліцьової фрези, коли точки характеристики визначаються з умови торкання їхньої швидкості обробленої поверхні шліцьового вала, при русі деталі щодо інструмента.

Надано методику визначення кута нахилу осі фасонної обкатної шліцьової фрези, при якому характеристики на межі суміжних ділянок поверхонь шліцьового вала не мають розриву і забезпечується обробка шліцьового вала без перехідних кривих у впадині.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. – К.: Выща школа, 1990.

МАМЛЮК Олег Володимирович – кандидат технічних наук, директор Київського авіаційного технікуму.

Наукові інтереси:

– обробка поверхонь.

Подано 17.05.05