

Б.В. Лупкин, д.т.н.
Харьковский Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»
О.В. Мамлюк, к.т.н.
Киевский авиационный техникум
Р.П. Родин, к.т.н.
Национальный технический университет Украины «КПИ»

ФАСОННІ ОБКАТНІ ШЛІЦЬОВІ ФРЕЗИ

Вирішено задачу профілювання дискових шліцьових фрез, визначена ріжуча крайка фрези як лінія контакту поверхні шліцьового вала і вихідної інструментальної поверхні.

Вступ

Виготовлення якісних високоточних та довговічних шліцьових валів в машинобудуванні, особливо в авіаційній промисловості, являється актуальною проблемою сучасної науки, техніки і технології виробництва. Важливою задачею в вирішенні цієї проблеми є профілювання фрез для обробки шліцьових валів, зокрема дискових шліцьових фрез. Останнім часом кількість шліцьових валів, що використовуються в високоточних механізмах збільшилася. Для їхнього виготовлення були розроблені різні різальні інструменти [1, 2], такі як стандартні черв'ячні фрези, черв'ячні фрези постійної установки та ін. Були запропоновані також фасонні обкатні шліцьові фрези [3], що мають низку переваг порівняно, зокрема, з черв'ячними фрезами і значно підвищують якість та продуктивність виготовлення шліцьових валів.

Однак, задача профілювання дискових обкатних шліцьових фрез не була вирішена. Ця задача вирішується в даній статті.

Мета даної статті полягає в розробці методики профілювання дискових обкатних фрез, визначення ріжучої крайки фрези як лінії контакту спряжених поверхонь, визначення профілю задньої циліндричної фасонної поверхні при прийнятій величині заднього кута і плоскої передньої поверхні.

Профілювання фасонних обкатних фрез

При профілюванні фасонних обкатних шліцьових фрез за ріжучу крайку приймемо характеристику, розташовану на оброблюваній поверхні, у визначеному її положенні (рис. 1), тобто при обраній величині кута τ . Першою точкою характеристики буде точка P , координати якої визначаються по залежностях:

$$X_P = h \sin \tau; \quad Y_P = h \cos \tau; \quad Z_P = 0.$$

Визначимо другу точку характеристики, розташовану на твірній поверхні шліца, що проходить через точку A . Координати X_A і Y_A точки A , розташованої на профілі шліцьового вала, будуть:

$$X_A = R_2 \cos (\tau + \mu); \\ Y_A = R_2 \sin (\tau + \mu),$$

де

$$\sin \mu = \frac{h}{R_2}.$$

Координата Z_A точки A визначається по рівнянням контакту:

$$\mathcal{K}_A = \frac{C_A + X_A \operatorname{tg} \phi}{U},$$

де

$$U = \frac{\omega_2}{\omega_1}.$$

Характеристикою на бічній площині шліца, в розглянутому положенні, буде пряма PA .

Реальний відрізок характеристики буде відрізком прямої AB , розташованим на бічній площині шліца, що приймається за ріжучу крайку проектованої обкатної фрези. Положення ріжучої крайки AB визначається кутами $\phi_n = \tau_n$.

Кут δ визначається за залежністю:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\mathcal{K}_A}{Y_A - Y_P}.$$

За конструктивними міркуваннями під час проектування фрези обираємо радіус точки A :

$$R_A = O_{n1} \cdot A_1.$$

При обраному радіусі R_A визначаємо кут ε :

$$\sin \varepsilon = \frac{\mathcal{K}_A}{R_A}.$$

За передню поверхню приймаємо площину, перпендикулярну площині Π_1 і таку, що містить ріжучу крайку AB . У цьому випадку поперечний передній кут дорівнюватиме нулю, а подовжній передній кут γ_n у перетині, перпендикулярному осі фрези, дорівнюватиме:

$$\gamma = \delta + \varepsilon.$$

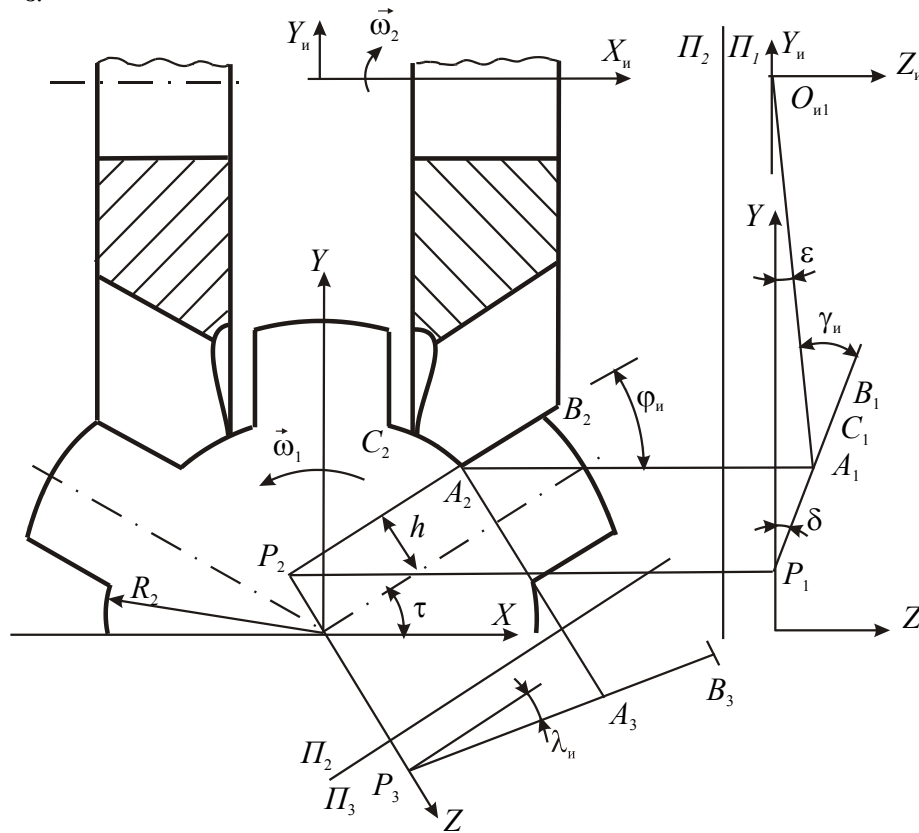


Рис. 1. Схема профілювання фасонних обкатних фрез

За побудовою λ_n дорівнює:

$$\operatorname{tg} \lambda_n = \frac{Z_n}{R_2 \cos \mu}.$$

При прийнятому положенні передньої поверхні величини передніх кутів у різноманітних точках ріжучої крайки AB можуть бути неоптимальними. У цьому випадку необхідно за передню поверхню прийняти площину загального положення, що забезпечує створення на ріжучій частині доцільних величин передніх кутів і містить ріжучу крайку AB .

На відрізку AC , відповідному профілю кола впадини оброблюваного шліцьового вала, ріжуча крайка визначається як лінія перетину передньої поверхні і вихідної інструментальної поверхні. У розглянутому випадку вихідна інструментальна поверхня буде поверхнею обертання кола впадин, розташованого в площині XY , навколо осі фрези. При цьому точка A характеристики на поверхні впадини шліцьового вала матиме координату $Z_A = 0$. Таким чином, на границі суміжних відрізків поверхні шліцьового вала характеристики розриваються. Тому, при обробці проєктованим інструментом у впадині вала створюватиметься перехідна поверхня. Якщо на ріжучій частині відтворити цілком прямолінійну ріжучу крайку AB , то при обробці спостерігатиметься врізання інструмента в тіло вала на величину Δ :

$$\Delta = R_A (1 - \cos \varepsilon).$$

Розглянемо збірну дискову обкатну фрезу, у корпусі якої закріплений ніж, у формі призматичного фасонного різця (рис. 2). Ніж має плоску передню поверхню Σ і фасонну ріжучу крайку BAC .

Відповідно до правил теорії затілювання створюється задня поверхня ножа. Прийнемо, що переточування ножа робиться по передній поверхні. Тоді задня поверхня описується ріжучою крайкою при її обраному русі. Розглянемо прямолінійно-поступальний рух ріжучої крайки. Напрямок швидкості \vec{V} прямолінійно-поступального руху ріжучої крайки вибирається таким чином, щоб створити на ріжучій частині проєктованої збірної фрези доцільні величини задніх кутів α_n . Розглянемо випадок, коли швидкість \vec{V} йде перпендикулярно до осі фрези. При цьому задня поверхня ножа буде циліндричною фасонною поверхнею, твірні якої йдуть паралельно швидкості \vec{V} , а направляючою слугує ріжуча крайка. Для того, щоб виготовити задню поверхню необхідно знати її профіль у нормальній перетині, перпендикулярно-

му твірним. Графічне рішення цієї задачі надано на рис. 2. По відомих проєкціях $B_1A_1C_1$ і $B_2A_2C_2$ ріжучої крайки, у системі площин Π_1/Π_2 за правилом зміни площин проєкцій, знаходиться проєкція $B_3A_3C_3$ ріжучої крайки на площину Π_3 . Площина Π_3 йде паралельно нормальному перетину. Тому, проєкція $B_3A_3C_3$ буде профілем задньої поверхні в нормальному перетині.

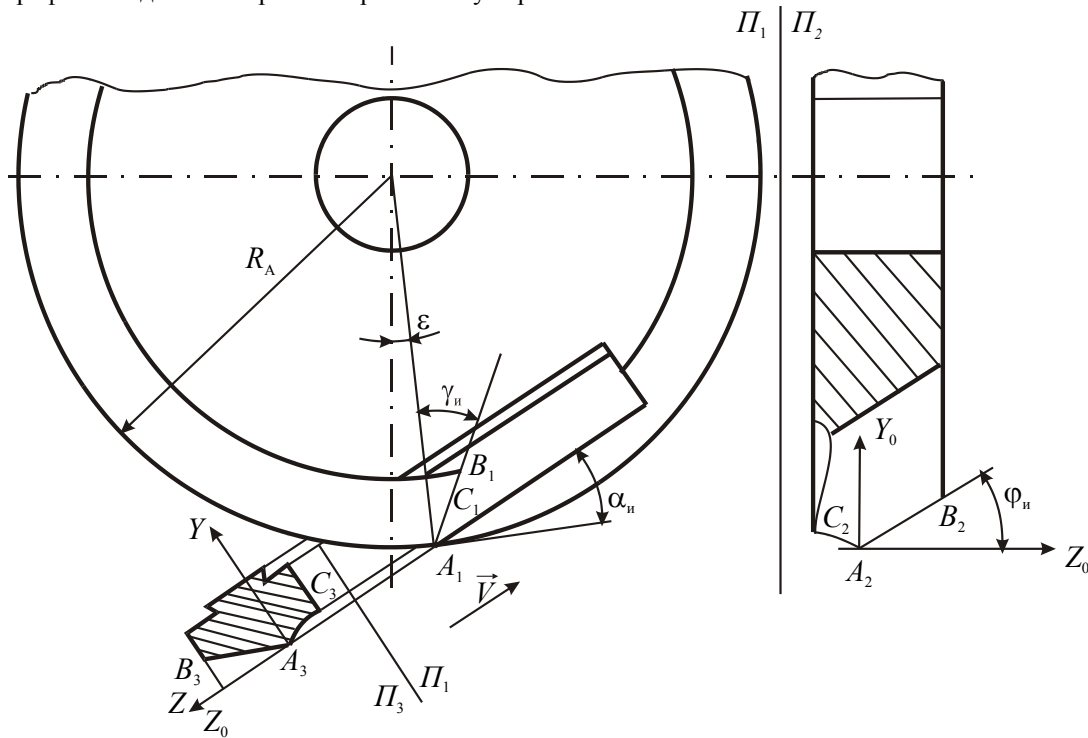


Рис. 2. Збірна дискова обкатна фреза

При аналітичному визначенні профілю задньої поверхні вводиться система координат ZY . Вісь Z збігається з віссю Z_0 . Вважається відомою форма проєкції ріжучої крайки на площину Π_2 у системі координат Y_0Z_0 .

Відповідно до графічного рішення, координати точок профілю задньої поверхні в нормальному перетині визначаються по формулах:

$$Z = Z_0;$$

$$X = \frac{X_0 \cos(\gamma_n + \alpha_n)}{\cos(\gamma_n - \varepsilon)}.$$

Фасонні обкатні шліцьові фрези можуть проектуватися як багатозубі, так і однозубі.

Відповідно міняється передаточне відношення, що дорівнює:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2},$$

де Z_1 – кількість зубів шліцьового вала;

Z_2 – кількість зубів обкатної шліцьової фрези.

Висновки

Вирішено задачу профілювання дискових обкатних шліцьових фрез.

Визначена ріжуча крайка фрези як лінія контакту спряжених поверхонь: поверхні шліцьового вала і вихідної інструментальної поверхні.

Визначено профіль задньої циліндричної фасонної поверхні при прийнятій величині заднього кута і плоскої передньої поверхні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Семенченко И.И. Режущий инструмент. – М.: Машгиз, 1944.
2. Кирсанов Г.Н. Проектирование инструментов, кинематические методы. – М.: Машиностроение, 1984.
3. Родин П.Р. Основы формообразования поверхностей резанием. – К.: Выща школа, 1977.