

УДК 621.914

О.В. Мамлюк, к.т.н.

Київський авіаційний технікум

ОБРОБКА БАГАТОГРАННИХ ВАЛІВ ОБКОЧУВАЛЬНИМИ ФРЕЗАМИ НА ЗУБОФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ

Розглянуто процеси обробки обкочувальними фрезами з прямолінійними різальними крайками багатогранних валів на зубофрезерних верстатах. Визначено аналітичні залежності для визначення положення прямолінійної різальної крайки обкочувальної фрези.

Вступ. Ефективна обробка багатогранних валів у сучасному виробництві, що широко використовуються в різних механізмах і машинах, є актуальним завданням науки і технології виробництва.

Фрезерування багатогранних валів на зубофрезерних верстатах робиться черв'ячними фрезами с відповідними криволінійними різальними крайками. Недоліком цього способу обробки валів є складна і дорога конструкція фрези. Однею черв'ячною фрезою можна обробити тільки заданій багатогранний вал, для якого був спроектований відповідний інструмент. При зміні розмірів оброблюваного вала, наприклад зовнішнього діаметра, необхідно проектувати і виготовити відповідну черв'ячну фрезу. Тому доцільніше обробляти багатогранні вали обкочувальними фрезами з прямолінійними різальними крайками, за які приймається характеристика, лінія контакту спряжених поверхонь, площини вала і вихідної інструментальної поверхні, утвореної за першим способом.

Однак теорія профілювання обкочувальних фрез, призначених для обробки багатогранних валів, у достатньому обсязі не розроблена. Тому в даній статті розв'язується задача профілювання обкочувальних фрез для обробки багатогранних валів з різною кількістю граней, при різноманітному розташуванні осі інструмента відносно осі оброблюваної деталі.

Метою цієї статті є розробка процесу обробки багатогранних валів обкочувальними фрезами на зубофрезерних верстатах.

Формоутворення багатогранних валів обкочувальними фрезами. Обкочувальними фрезами багатогранні вали оброблюються за схемою формоутворення, що включає рівномірне обертання заготовки навколо її осі з кутовою швидкістю $\vec{\omega}_d$ і рівномірне обертання інструмента, обкочувальної фрези, навколо її осі з кутовою швидкістю – $\vec{\omega}_f$.

У загальному випадку вісь заготовки і вісь обточувальної фрези є перекресними прямими, кут між якими дорівнює τ .

За різальну крайку обточувальної фрези приймається характеристика, тобто лінія контакту поверхні деталі й вихідної інструментальної поверхні, визначена в обраний момент процесу обробки. При обробці плоских поверхонь при будь-якій схемі формоутворення характеристикою буде пряма лінія. Відповідно інструмент матиме прямолінійну різальну крайку, що спрощує його конструкцію, наприклад, порівняно з черв'ячними фрезами, призначеними для обробки багатограних валів, що мають відповідну фасонну різальну крайку.

Кутові швидкості $\dot{\varphi}_n$ і $\dot{\varphi}_d$ пов'язані залежністю:

$$\frac{\dot{\varphi}_d}{\dot{\varphi}_n} = \frac{Z_n}{Z_d},$$

де Z_n – кількість зубів проектованої обточувальної фрези;

Z_d – кількість граней оброблюваного багатогранного вала.

У процесі обробки, крім обертальних рухів, здійснюється також рух подачі інструмента уздовж осі заготовки. Цей рух подачі призводить до ковзання поверхні деталі «самої собою» і тому не враховується при визначенні вихідної інструментальної поверхні і, відповідно, при проектуванні інструмента.

Розглянемо обробку багатогранного вала при взаємоперпендикулярних осях заготовки й інструмента (рис. 1). За різальну крайку обточувальної фрези приймається характеристика, тобто лінія контакту плоскої поверхні багатогранного вала і вихідної інструментальної поверхні в той момент процесу обробки, коли оброблювана площа займає положення, паралельне осі інструмента й однозубої обточувальної фрези. Передатне відношення кутових швидкостей при цьому дорівнюватиме:

$$i = \frac{\dot{\varphi}_d}{\dot{\varphi}_n} = \frac{Z_n}{Z_d} = \frac{1}{Z_d}.$$

Відомо, що при додаванні двох обертів навколо перекресних осей результирующим рухом буде миттєвий гвинтовий рух. Вісь цього миттєвого гвинтового руху паралельна діагоналі паралелограма, побудованого на кутових швидкостях обертань, що додаються. У розглянутому випадку вона розташовується в площині, паралельній обраному положенню оброблюваної площини багатогранного вала, тобто паралельно площині проєкцій Π_1 . Звідси характеристикою, тобто різальною крайкою AB , буде проєкція осі миттєвого гвинтового руху на оброблювану площину вала.

Кут β , що складається віссю відносно результуючого миттєвого гвинтового руху з віссю інструмента, визначається за співвідношенням:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\omega_{\text{д}}}{\omega_{\text{и}}} = \frac{1}{Z_{\text{д}}}.$$

Кут β характеризує положення різальної крайки AB обточувальної фрези відносно її осі.

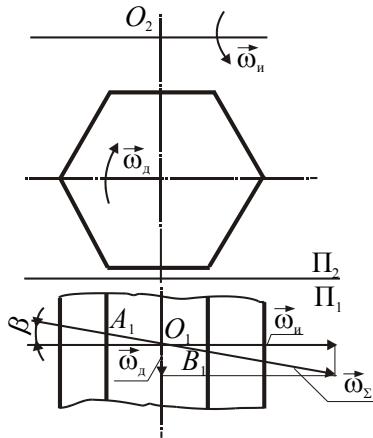


Рис. 1. Схема обробки багатогранного вала при взаємноперпендикулярних осях заготовки й інструмента

На рис. 1 графічно визначений кут β обточувальної фрези, призначеної для обробки шестигранного вала. Величина кута β при цьому дорівнюватиме:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{6}; \quad \beta = 9^{\circ}30'.$$

Схему однозубої обточувальної фрези для обробки багатогранного, шестигранного, вала при взаємно перпендикулярних осях заготовки й інструмента зображено на рис. 2. Розглянутою обточувальною фрезою можна обробляти шестигранні вали різних розмірів, що є перевагою такого інструмента.

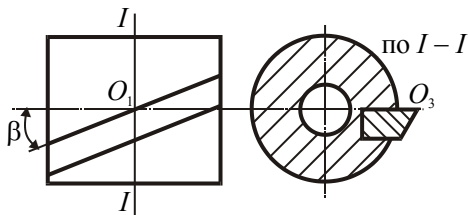


Рис. 2. Схема однозубої обкочувальної фрези

Розглянемо обробку багатогранних валів обкочувальними фрезами при перехресних осях інструмента і заготовки (рис. 3).

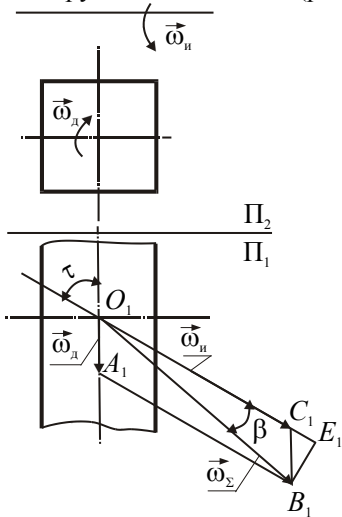


Рис. 3. Схема обробки багатогранного вала при перехресних осях інструмента і заготовки

У процесі обробки інструмент обертається навколо своєї осі з кутовою швидкістю $\vec{\omega}_n$, а заготовка – навколо її осі з кутовою швидкістю $\vec{\omega}_d$.

Кут між осями інструмента й оброблюваного багатогранного вала дорівнює обраній величині τ . Кутові швидкості $\vec{\omega}_n$ і $\vec{\omega}_d$, як і при $\tau = 90^\circ$, пов'язані залежністю:

$$\frac{\omega_n}{\omega_d} = \frac{Z_n}{Z_d}$$

Для однозубої обкочувальної фрези матимемо:

$$\frac{\psi_d}{\psi_n} = \frac{1}{Z_d}.$$

Вісь миттєвого гвинтового руху поверхні вала відносно інструмента, паралельного діагоналі паралелограма $O_1A_1B_1C_1O_1$, побудованого на кутових швидкостях $\vec{\psi}_d$ і $\vec{\psi}_n$ обертань, що додаються. Прийmemo, що оброблювана площина багатогранного вала в момент її формування займає положення, паралельне осям інструмента і заготовки. При цьому вісь O_1B_1 відносного гвинтового руху буде паралельна оброблюваній площині. Оскільки в досліджуваний момент часу вісь O_1B_1 йде паралельно оброблюваній площині вала, характеристикою, що приймається за різальну крайку, буде проекція осі O_1B_1 на оброблювану площину. Кут β між віссю інструмента і прямолінійною різальною крайкою фрези дорівнюватиме куту між векторами $\vec{\psi}_n$ і $\vec{\psi}_y = \vec{\psi}_n + \vec{\psi}_d$.

Розглядаючи трикутники $\Delta B_1E_1C_1$ і $\Delta O_1A_1E_1$, матимемо:

$$B_1E_1 = \vec{\psi}_d \cdot \sin \tau;$$

$$C_1E_1 = \vec{\psi}_d \cdot \cos \tau;$$

$$O_1E_1 = \vec{\psi}_n + \vec{\psi}_d \cos \tau;$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B_1E_1}{O_1E_1} = \frac{\psi_d \sin \phi}{\psi_n + \psi_d \cos \tau};$$

$$\psi_n = \frac{\psi_d \cdot Z_d}{Z_n}.$$

Отже

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Z_n \sin \phi}{Z_d + Z_n \cos \phi}.$$

Для однозубої обкочувальної фрези матимемо:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \phi}{Z_d + \cos \phi}.$$

На рис. 3 графічно визначений кут β для обкочувальної фрези, призначеної для обробки квадратного вала, при прийнятій величині кута τ , що дорівнює: $\tau = 60^\circ$.

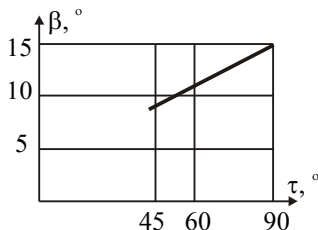


Рис. 4. Графік залежності кута β від кута τ



Рис. 5. Графік залежностей кута β від кількості зубів $Z_{и}$ інструмента

При зміні кута τ відповідно змінюється кут β . Графік залежності кута β від кута τ зображено на рис. 4 для однозубої обточувальної фрези, призначеної для обробки квадратного вала. Відповідно до графіка величина кута β при обробці квадратного вала дорівнюватиме $\beta = 9^\circ 30'$ при куті установки осі фрези $\tau \approx 51^\circ$. Таким чином, однією і тією самою обточувальною фрезою з $\beta = 9^\circ 30'$ можна обробити шестигранний вал при куті установки осі інструмента $\tau = 90^\circ$ і квадратний вал при куті установки осі інструмента $\tau = 51^\circ$.

Кут β обточувальної фрези при обробці багатогранних валів залежить також від кількості зубів $Z_{и}$ інструмента. Графік залежності кута β від кількості зубів $Z_{и}$ обточувальної фрези при обробці квадратного вала і шестигранного вала при взаємоперпендикулярних осях інструмента і заготовки зображено на рис. 5.

Висновки

- Розглянуті процеси обробки обточувальними фрезами з прямолінійними різальними крайками багатогранних валів на зубофрезерних верстатах.

- Виведені аналітичні залежності для визначення положення прямолінійної різальної крайки на корпусі фрези, що з віссю інструмента є перехресною прямою з визначеним кутом β між ними.
- Показано, що однією і тією самою обточувальною фрезою з прямолінійними різальними крайками можна обробляти багатогранні вали з різними розмірами зовнішнього діаметра вала при незмінному куті τ установки осі інструмента відносно осі деталі.
- На прикладі обробки шестигранного і квадратного валів проілюстрована можливість обробки однією обточувальною фрезою багатогранних валів з різною кількістю граней при відповідному виборі кутів τ установки осі інструмента відносно осі оброблюваної заготовки.

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.

Тел.: 8-(044)-454-51-27.

E-mail: kiat@svitonline.com

Подано 17.03.2006