

РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ

УДК 612.914.22

О.М. Герасимчук, к.т.н., доц.

Національний технічний університет України “КПІ”

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ ФАСОННОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ, ОБРОБЛЕНОЇ ТОРЦЕВОЮ ФРЕЗОЮ

Базуючись на загальній теорії проектування різальних інструментів, розв'язана задача визначення профілю фасонної циліндричної поверхні, обробленої торцевою фрезою при профільній схемі зрізання припуску. На основі графічного розв'язку отриманий алгоритм визначення розмірів обробленого профілю деталі.

Вступ. Виготовлення конкурентноспроможної продукції передбачає широкий постійно поновлюваний залежно від потреб ринку асортимент різних видів продукції. У зв'язку з цим форми виробів, в тому числі і фасонні поверхні їхніх складових елементів, постійно змінюються. Випуск широкої номенклатури виробів з фасонним профілем, швидка переналадка виробництва на випуск нових типів виробів при мінімально можливих затратах багато в чому визначається конструкцією і вартістю інструмента, за допомогою якого обробляється той чи інший профіль.

Особливе місце серед інструментів, що застосовуються для оброблення фасонних поверхонь, посідають фасонні фрези. Вони успішно застосовуються для створення фасонних форм і профілів для лиття, для виготовлення штампованого інструменту, фасонних прокатних валиків, металічних і пластмасових фасонних профілів, а також широко застосовуються у деревообробці. Здебільшого застосовуються дискові та циліндричні фрези. Разом з тим, більш прогресивними, з точки зору продуктивності оброблення, якості обробленої поверхні, схем зрізання припуску та стійкості різальних елементів, є торцеві фрези. Але, як показує аналіз конструкцій торцевих фасонних фрез, які представлені на ринку різальних інструментів, вони не задовольняють вимоги швидкої переналадки на випуск нової продукції при забезпеченні високої якості й низької собівартості виробів. Тому проектування більш прогресивних фасонних торцевих фрез на базі уніфікованих корпусів із швидкою

заміною фасонних ножів та технології їхнього виготовлення є актуальним завданням.

Загальні положення. Важливим етапом у проектуванні фасонних торцевих фрез є їхнє профілювання. Як відомо [1], профілювання будь-якого інструменту, призначеного для оброблення заданої поверхні деталі, включає: визначення вихідної інструментальної поверхні, спряженої з поверхнею деталі при вибраній схемі формоутворення, і перетворення тіла, обмеженого вихідною інструментальною поверхнею в працездатний різальний інструмент. Основною вихідною умовою при профілюванні є отримання після оброблення спроектованим інструментом заданої поверхні деталі.

При обробленні торцевими фасонними фрезами схема формоутворення включає обертання поверхні деталі навколо осі фрези. У цьому випадку характеристикою або лінією контакту спряжених поверхонь буде ортогональна проєкція осі фрези на поверхню деталі. Форма характеристики в процесі оброблення не змінюється. Тому за такою схемою формоутворення, що відповідає торцевому фрезеруванню фасонних поверхонь, можна оброблювати тільки поверхні, які можуть кувзати «самі по собі». До таких поверхонь належать фасонні циліндричні поверхні, поверхні обертання та гвинтові поверхні постійного кроку. Вихідною інструментальною поверхнею буде поверхня обертання характеристики навколо осі інструмента.

При відомій вихідній поверхні розв'язання задачі профілювання залежить від прийнятої схеми зрізання матеріалу заготовки. У більшості випадків торцеві фасонні фрези проектуються з профільною схемою зрізання припуску, коли різальні кромки розташовуються на вихідній інструментальній поверхні.

Послідовність профілювання торцевих фасонних фрез базується на загальній методиці профілювання інструментів [1], а саме:

- визначається вихідна інструментальна поверхня;
- вибирається переточувана поверхня різальної частини і її положення відносно вихідної інструментальної поверхні, яке забезпечує створення на різальній частині доцільних геометричних параметрів;
- визначається різальна кромка як лінія перетину переточної поверхні з вихідною інструментальною поверхнею;
- створюється непереточувана поверхня різальної частини та визначається її профіль.

Фасонні інструменти як правило переточуються по одній: передній або задній поверхні. У цьому випадку одна з поверхонь різальної

частини вибирається, виходячи з необхідності створення на інструменті потрібних величин геометричних параметрів, без урахування заданої форми деталі. А потрібна фасонна різальна кромка, яка відповідає поверхні деталі, створюється за рахунок форми другої поверхні різальної частини. В даній статті розглядається випадок, коли заточування торцевої фасонної фрези проводиться по передній площині, в якій розташована фасонна різальна кромка. Положення передньої площини задається переднім кутом γ і кутом нахилу різальної кромки λ в базовій точці. Із теорії затилування відомо, що непереточувана поверхня різальної частини створюється при вибраному русі фасонної різальної кромки. Непереточувана задня поверхня у торцевих фасонних фрез залежно від руху різальної кромки при її утворенні може бути фасонною циліндричною поверхнею, фасонною поверхнею обертання, фасонною гвинтовою поверхнею і фасонною затилованою поверхнею.

Профілювання фасонних торцевих фрез з профільною схемою зрізання припуску включає визначення форми і розмірів різальної кромки як лінії перетину вихідної інструментальної поверхні й передньої площини. При відомій різальній кромці визначаються форма і розміри задньої поверхні, що забезпечує отримання раціональних задніх кутів та безперешкодне переміщення задньої поверхні в процесі різання, а також можливість переточування інструменту та оброблення заданої поверхні деталі з допустимою похибкою, як новим, так і переточеним інструментом.

Перевірка профілювання інструмента, тобто визначення профілю деталі, який буде оброблений спроектованою торцевою фрезою, визначається при розв'язуванні оберненої задачі. В цьому випадку вихідними даними є профіль інструменту і схема формоутворення. Це завдання має і самостійне практичне значення. За технологічними міркуваннями часто форма різальної кромки торцевої фрези при обробленні фасонної циліндричної поверхні замінюється дугою кола, відрізком прямої тощо. Тому виникає потреба визначення профілю циліндричної поверхні, обробленої даною торцевою фрезою і як результат – отриманих похибок. Розв'язування цієї задачі також дозволяє визначати можливі типи поверхонь, які можуть бути оброблені певними торцевими фасонними фрезами. Такі технологічні поверхні можуть бути використані при проектуванні різноманітних виробів.

Визначення профілю обробленої поверхні. Графічний розв'язок цієї задачі наведений на рис. 1. Заданими параметрами є:

- форма і розміри різальної кромки;

- передній кут γ та величина зміщення H , які визначають положення передньої площини фрези;
- радіус R_0 в базовій точці C різальної кромки.

Побудова виконується в системі площин проєкцій $\Pi_1/\Pi_2/\Pi_3/\Pi_4$. В системі площин проєкцій Π_1/Π_2 зображується вісь фрези O та відповідно до заданих параметрів γ та H передня площина P , сліди якої позначені P_1, P_2 .

Паралельно передній площині P фрези проводиться площина Π_4 . На цю площину в натуральну величину проєктується різальна кромка фрези. В новій системі площин проєкцій Π_2/Π_4 і зображується задана різальна кромка фрези – $C_4F_4E_4$. Проекція $C_2F_2E_2$ різальної кромки на площину Π_2 лежить на сліді передньої площини – P_2 . Знаючи проєкції різальної кромки в системі Π_2/Π_4 , за правилом заміни площин проєкцій знаходиться проєкція $C_1F_1E_1$ різальної кромки на площину Π_1 . У процесі фрезерування фреза обертається навколо своєї осі. Під час обертання різальна кромка фрези описує вихідну інструментальну поверхню I . Точка C різальної кромки відповідно опише коло AC , яке в натуральну величину проєктується на площину Π_1 в дугу A_1C_1 . Точка F різальної кромки опише коло FL , а точка E – коло BE . Сукупність даних кіл на кресленні зображує вихідну інструментальну поверхню I . У результаті руху подачі вихідна інструментальна поверхня I займає ряд послідовних положень, огинаюча до яких буде спряженою обробленою поверхнею деталі.

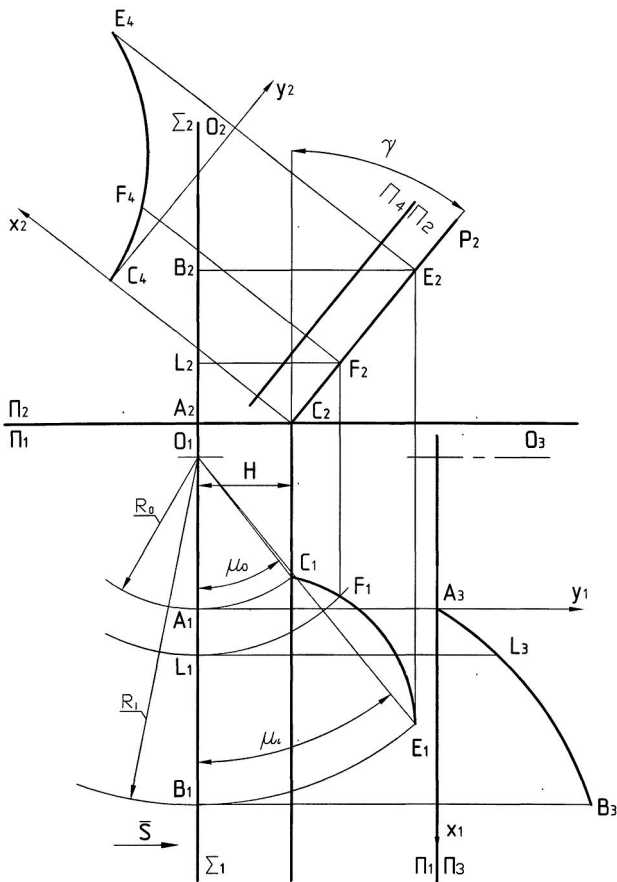


Рис. 1. Графічне визначення профілю циліндричної поверхні деталі, обробленої торцевою фрезою

Характеристикою, тобто лінією контакту спряжених поверхонь, буде лінія ALB . Вона є лінією перетину вихідної інструментальної поверхні I та площини Σ , яка проходить через вісь фрези перпендикулярно вектору подачі \vec{S} . Нормалі до поверхні обертання I лежать в точках лінії ALB в площині Σ . Тому в точках лінії ALB нормалі до поверхні I будуть перпендикулярні швидкості руху подачі.

Виходячи з цього, і за умовою контакту $\vec{N} \cdot \vec{V} = 0$, лінія ALB справді буде характеристикою. Рухаючись за напрямком подачі

характеристика ALB , описує шукану фасонну циліндричну поверхню деталі. Профіль поверхні деталі буде проекцією $A_3L_3B_3$ характеристики ALB на площину Π_3 .

Розглянувши наведений графічний розв'язок, можна вивести формули для аналітичного визначення профілю обробленої фасонної циліндричної поверхні деталі.

Заданими параметрами будуть:

– X_2, Y_2 – координати точок різальної кромки фрези;

– величини H, γ, R_0 .

Порядок розрахунку координат точок профілю обробленої поверхні деталі може бути таким:

– визначається кут μ_0 для базової точки $C(0, 0)$ різальної кромки:

$$\sin \mu_0 = \frac{H}{R_0}; \quad (1)$$

– для вибраної довільної точки різальної кромки, наприклад для точки $E(X_2, Y_2)$, визначається кут μ_i :

$$\operatorname{tg} \mu_i = \frac{H + Y_2 \cdot \sin \gamma}{R_0 \cdot \cos \mu_0 + X_2}; \quad (2)$$

– знаходиться радіус R_i довільної вибраної точки різальної кромки:

$$R_i = \frac{R_0 \cos \mu_0 + X_2}{\cos \mu_i}; \quad (3)$$

– визначаються координати X_1, Y_1 відповідної точки (наприклад точки B) профілю поверхні деталі:

$$X_1 = R_i - R_0; \quad Y_1 = \frac{Y_2}{\cos \gamma}. \quad (4)$$

Розрахунок повторюється для усіх вибраних опорних точок різальної кромки фрези, заданої в системі X_2Y_2 .

Для перевірки правильності отриманих залежностей розглянемо окремий випадок, коли $H = 0$ і $\gamma = 0$.

Тоді відповідно: $\sin \mu_0 = 0$; $\mu_0 = 0$.

Також $\operatorname{tg} \mu_i = 0$; $\mu_i = 0$.

Звідси

$$R_i = R_0 + X_2.$$

Відповідно координати точок профілю деталі будуть:

$$X_1 = X_2 \quad Y_1 = Y_2.$$

Тобто для фасонної фрези, у якій передня площина проходить через її вісь, профіль обробленої фасонної циліндричної поверхні деталі співпадає з формою різальної кромки, що і слід було очікувати.

Висновки. Для торцевого фрезерування фасонних циліндричних поверхонь за профільною схемою зрізання припуску графічно та аналітично розв'язана обернена задача профілювання – визначення профілю поверхні, отриманого після оброблення заданим інструментом.

Розроблений алгоритм визначення обробленого профілю, який може бути використаний для різних типів торцевих фасонних фрез, що дає можливість визначати шляхи покращення конструкцій торцевих фасонних фрез і конструювання виробів з технологічними фасонними поверхнями.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Родин П.Р.* Основы проектирования режущих инструментов: Учебник. – К.: Выща школа, 1990. –424 с.
2. *Кирсанов Г.Н.* Проектирование инструментов. Кинематические методы. – М.: Мосстанкин, 1978. – 70 с.
3. *Кудевицкий Я.В.* Фасонные фрезы. – Л.: Машиностроение: Ленингр. отд-ние, 1978. – 176 с.
4. *Ящерицын П.И., Сеницын Б.И., Жигало Н.И., Басс И.А.* Основы проектирования режущих инструментов с применением ЭВМ. – Минск: Высшая школа, 1979. – С. 304.

ГЕРАСИМЧУК Олена Михайлівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інструментального виробництва Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

- теорія проектування торцевих фрез;
- процеси торцевого фрезерування.

Тел.: (044) 454-95-28.

Подано 17.11.2008