

## ВПЛИВ БИТТЯ РІЗАЛЬНИХ КРОМОК НОЖІВ НА ТОВЩИНУ ЗРІЗУ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

На якість обробленої поверхні, стійкість торцевих фрез та продуктивність обробки деталей негативно впливають: переривчастий характер процесу різання при фрезеруванні, удари на вході та на виході ножів із контакту з заготовкою, коливання величини припуску та вібрації.

Аналіз допустимих величин биття різальних кромок ножів згідно стандарту показує, що межі вказаних допусків недосяжні при умові формоутворення декількома ножами заданої поверхні деталі. Також ці допуски в більшості випадків можуть бути завищеними у зв'язку з наявністю значних похибок інструментальних блоків як конструкторського, так і технологічного характеру. Це властиво і для інструменту з точними непереточуваними багатограничними та круглими пластинками з плоскою задньою поверхнею, які встановлюються в точні базові поверхні корпусів з нахилом і спираються в цьому випадку на неточні фаски, які виконані на краях базових поверхонь.

Рівномірність навантаження ножів ТФ може бути досягнута за рахунок зниження впливу динамічних явищ, що викликають: відносні коливання елементів ТОС, надмірні деформації активних частин лез, викривлення траєкторій відносних рухів, зміни миттєвих швидкостей та тисків тощо.

Слід також зауважити, що в конструкціях стандартних ТФ у зв'язку з існуючими похибками виготовлення та встановлення їх на верстатах, досягти рівномірного поділу подачі та товщини зрізу між окремими ножами практично неможливо. Рівномірний поділ глибини та ширини шару, що зрізається, може бути забезпечений за рахунок використання конструкцій ТФ зі східчастою схемою різання з ножами розташованими по спіралях.

Тому метою даної роботи є дослідження впливу биття різальних кромок ножів на товщину зрізу при торцевому фрезеруванні.

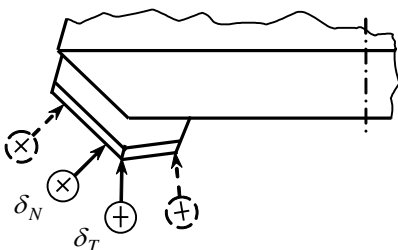


Рис.1. Схеми вимірювань торцевого і нормального биття різальних кромок фрез

Торцеве биття профілюючих ділянок лез визначається биттям головних і допоміжних різальних кромок, та залежить від величин радіуса при вершині в плані (рис. 1)

Радіальну складову биття головних різальних кромок, виміряну у напрямку подачі, можна розглядати як деяку випадкову некеровану складову конструктивного “руху” (тобто положення) будь-якого ножа відносно “серединного” кола торцевого перерізу з віссю ТФ при нерухомій заготовці. Тоді при обробці деталей загальний відносний рух, який дорівнює повній подачі на ніж для будь-якої різальної кромки ТФ буде

визначатись:

$$S_z = S_{Z_{кін}} + S_{Z_{конс}} = S_{Z_{кін}} + \delta_p = S_{Z_{кін}} + \delta_N \cdot \sin \varphi$$

де  $S_z$  – подача заготовки відносно інструмента на один його оберт та на ніж відповідно;

$S_{Z_{кін}}$  – кінематична складова подачі на ніж;

$S_{Z_{конс}}$  – конструктивна складова подачі на ніж;

$\delta_p$  – радіальна складова биття головних різальних кромок ТФ;

$\delta_N$  – перпендикулярна до головних різальних кромок величина биття, виміряна в осевій площині;

$\varphi$  – головний кут в плані.

Товщина зрізу при будь-якому кутовому розташуванні  $i$ -того ножа:

$$a_i = S_z \cdot \sin \varphi \cdot \cos \theta + (\delta_N - \delta_{N-1}) \cdot \sin \varphi,$$

де  $\theta$  – кут розташування ножа, який розглядається, відносно напрямку подачі;

$\delta_N$ ,  $\delta_{N-1}$  – нормальне положення даного та попереднього ножа відносно осі обертання ТФ відповідно.

У зв'язку з деформуванням елементів ТОС, а також з похибками виготовлення деталей кінематичного ланцюга привода подачі, дійсна миттєва величина кінематичної подачі верстатів не є постійною величиною і визначається:

$$S_{ДЗ\ кін} = S_{Z\ вст} + (\varepsilon - S_{Z\ впр}) = S_{Z\ вст} + S_{Z\ вун}$$

де  $S_{Z\ вст}$  – встановлене на верстаті значення кінематичної подачі;

$S_{Z\ впр}$  – частка втраченого кінематичного руху стола у зв'язку з деформаціями ТОС;

$\varepsilon$  – складова миттєвого кінематичного руху, яка пов'язана з похибками виготовлення деталей кінематичного ланцюга верстата;

$S_{Z\ вун}$  – випадкова складова подачі.

Перша складова кінематичного руху подачі є величиною керованою, постійною в часі.

Друга і третя миттєві складові руху подачі є некерованими випадковими величинами.

При визначенні биття різальних кромки існуючих ТФ можна виділити дві складові: систематичну, яка визначає зміщення та перекіс середньої визначальної поверхні обертання (рис. 2) та випадкову, яка визначає відносне положення різальних кромки до цієї визначальної поверхні.

Для існуючих ТФ, встановлених за допомогою допоміжних інструментів на верстатах, ця некерована конструктивна подача визначиться:

$$S_{Z\ конст} = S_{Z\ визн} + S_{Z\ вун}$$

де  $S_{Z\ визн}$  – систематична складова некерованої конструктивної подачі;

$S_{Z\ вун}$  – випадкова складова некерованої конструктивної подачі.

Рис. 2. Схема розрахунку змінного радіуса визначального "середнього" кола при зміщенні його центра визначальної поверхні ТФ на кут  $\theta$  відносно осі її обертання систематична складова некерованої конструктивної подачі буде змінюватись двічі на кожен оберт фрези – по черзі збільшуватись і зменшуватись на величину  $2e$ , що негативно відіб'ється на роботі ТФ.

В результаті вирішення геометричної задачі була отримана аналітична залежність для розрахунку товщини зрізу:

$$a = e \cdot \cos(\beta \pm \tau) \cdot \cos w \cdot \sin \varphi \pm 2\rho \cdot \cos(\beta \pm \tau) \cdot \sin \theta,$$

де  $e$  – ексцентриситет між центрами обертання та визначального кола;

$(\beta \pm \tau)$  – кут між напрямком подачі та положенням лінії, на якій лежать центри кіл;

$w$  – кут положення певного ножа відносно напрямку подачі;

$\varphi$  – кут головної різальної кромки в плані;

$\rho$  – радіус певного перерізу визначальної поверхні ТФ.

Загальну проблему підвищення рівномірності навантаження ножів ТФ і всієї ТОС при фрезеруванні доцільно вирішувати двома зустрічними шляхами: зменшувати величини систематичної і випадкової складових биття різальних кромки лез ножів та зменшувати вплив самого явища биття на рівномірність процесу фрезерування.

Зменшувати величини систематичної і випадкової складових биття різальних кромки ТФ можна, як за рахунок підвищення точності виготовлення фрези, допоміжного інструмента та шпинделя верстата, так і за рахунок конструктивного покращення якості та точності з'єднань між ними.

Зменшувати вплив биття можливо шляхом розробки спеціальних схем різання, підвищення відносно стандартних ТФ кількості ножів, використання лез ножів з безвершинними різальними кромками, косокутне різання з обмеженою шириною зрізу.

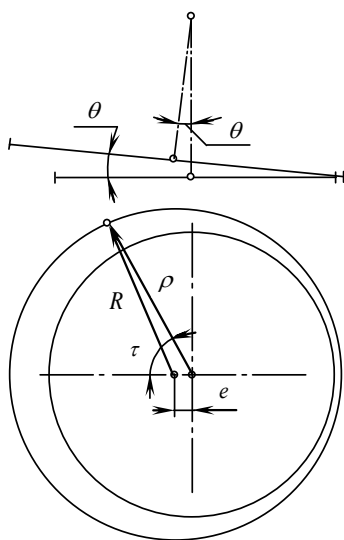


Рис. 2. Схема розрахунку змінного радіуса визначального "середнього" кола при зміщенні його центра