

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТОРЦЕВОЇ СТУПІНЧАТОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ЧИСТОВОЇ ОБРОБКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ

Підвищення точності металообробки є одним із найактуальніших питань у технології машинобудування та автоматизації виробництва і одним із пріоритетних напрямків діяльності машинобудівного виробництва. Крім того, збільшення продуктивності технологічних процесів та якості продукції для сучасного виробництва є одним із складних завдань, вирішення якого передбачає розгляд комплексу питань [1,2].

Процес торцевого фрезерування являє собою складну сукупність явищ, обумовлених великою кількістю чинників. Більшість з них може змінюватися у часі, але навіть зміна хоча б одного чинника, як правило, призводить до нестационарності всього процесу механічної обробки, що істотно ускладнює як його аналіз, так і управління процесом пошуку оптимальних умов його практичної реалізації [3]. Зазвичай на фінішних операціях торцевого фрезерування нехтували похибками обробки, які виникають внаслідок дій сил різання, проте рядом досліджень було встановлено, що під час фінішної обробки ступінчастими торцевими фрезами виникають значні пружні деформації інструмента, що веде до коливання положення формоутворюючого різального елемента (РЕ) відносно поверхні заготовки та погіршення точності обробки [4-8]. Краще розуміння процесу впливу сил різання на різальний інструмент, надає можливість стабілізації процесу торцевого фрезерування шляхом зміни конструкції інструменту. Управління характером протікання фізичних процесів торцевого фрезерування надає змогу послаблення негативної ролі нестационарності процесу різання, що створює передумови для створення принципово нових інструментів.

На основі аналізу опублікованих робіт, досліджувався процес пружної деформації корпусу торцевої ступінчастої фрези діаметром 360 мм під час фрезерування сірого чавуну СЧ21 (170НВ) [9]. В результаті проведених досліджень було встановлено, що складова сили різання P_Y , яка виникає на чорних РЕ, призводить до пружних деформацій корпусу фрези, як наслідок відбувається осьове переміщення формоутворюючого РЕ від поверхні заготовки – це призводить до погіршення точності обробки та відхилення від площинності (рис. 1, а). Для забезпечення стабільного положення формоутворюючого РЕ було вирішено відокремити його від чорних РЕ шляхом розрізання корпусу дисковою фрезою та створення відокремленого пружного сектору для формоутворюючого РЕ (рис. 1, б).

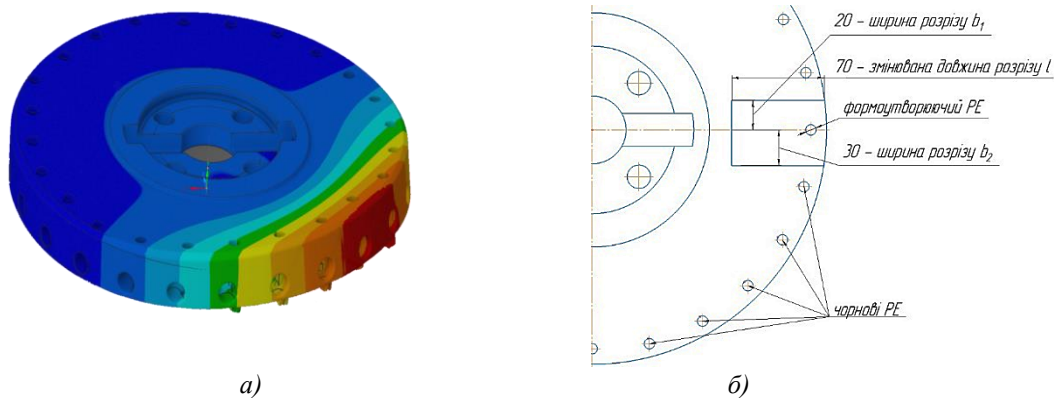
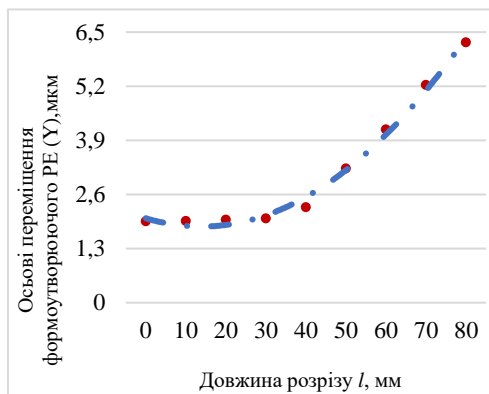
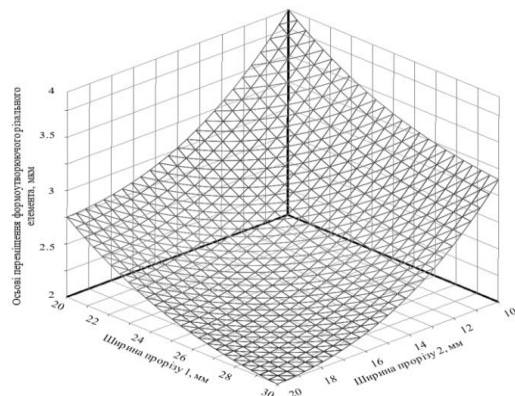


Рис. 1. Торцева ступінчаста фреза: а) пружні деформації корпусу фрези; б) пружний сектор формоутворюючого РЕ

Для цього потрібно розглянути: відстань, на яку відокремити формоутворюючий РЕ (рис. 1), та ширину розрізу b_1 і b_2 бо від розмірів буде залежати жорсткість сектору (рис. 1). Отже, змінними оптимізаційного дослідження були обрані наступні параметри: значення відстані розташування розрізу – діапазон зміни $l = 0 \dots 70$ мм; значення частини пружного сектору $b_1 = (10 \dots 20$ мм) та частини пружного сектору $b_2 = (20 \dots 30$ мм).



а)



б)

Рис. 2. Відокремлення формуючого РЕ від чорнових: а) вплив відстані розрізу l на осьові переміщення формуючого РЕ; б) ширина розрізу b_1 та b_2

Отримані результати осьових переміщень формуючого РЕ після відокремлення та зміни геометричних параметрів відокремленого сектору показують, що ширина розрізу b_1 та b_2 повинна бути максимального розміру, оскільки зменшення b_1 та b_2 призводить до збільшення осьових переміщень формуючого РЕ через зменшення жорсткості відокремленого сектору (рис. 2, б). Збільшення радіальної відстані розрізу, призводить до збільшення осьових переміщень формуючого РЕ відносно поверхні заготовки, де мінімальні значення становлять $1,95$ мкм, а максимальні значення $6,3$ мкм (рис. 2, а). Це пов'язано зі зменшенням жорсткості відокремленого сектору через збільшення його довжини.

Створення відокремленого пружного сектору в корпусі торцевої ступінчастої фрези дозволить забезпечити стабільне положення формуючого РЕ відносно поверхні заготовки, а також зменшити вплив сил різання P_Y , які виникають на чорнових РЕ на осьові переміщення формуючого РЕ. Стабільне положення формуючого РЕ буде реалізовано шляхом розробки нової конструкції торцевої ступінчастої фрези з додатковим натискним елементом, який діє на пружний сектор, в якому розміщений формуючий РЕ.

Література:

1. Виговський Г.М. Сучасні тенденції розвитку обробки матеріалів різанням. Процеси механічної обробки в машинобудуванні // Вісник ЖДТУ. 2010. №2 (9). 1-6 с.
2. Виговський Г.М., Громовий О.А., Білявський М.Л. Розширення області використання торцевих фрез, оснащених НТМ. Процеси механічної обробки в машинобудуванні.–2007.–Вип 2 (2007).
3. Мельничук П.П. Наукові основи чистового торцевого фрезерування плоских поверхонь: автореф докт. техн. наук / Петро Петрович Мельничук. – К.: НТУУ “КПІ”, 2002. – 26 с.
4. Виговський Г.М. Підвищення працездатності торцевих фрез для чистової обробки плоских поверхонь: автореф. дис. ... к.т.н. : 05.03.01 «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти» / Г.М. Виговський. – К., 2000. – 16 с.
5. Виговський Г.М. Процес різання торцевими ступінчастими фрезами з косокутною геометрією різальних частин, що оснащені надтвердими матеріалами / Г.М. Виговський, П.П. Мельничук // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 7. – С. 73–81.
6. А. І. Ісаєв. Чистова обробка площин великогабаритних деталей / А.І. Ісаєв, В. Є. Койре, З. Н. Зубовська. – Київ:1962
7. Lopez de Lacalle, L.N., Lamikiz, A., Sanchez, J.A., Salgado, M.A, Effects of tool deflection in the high-speed milling of inclined surfaces, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 24 (2004) 621-631.
8. Громовий, О.А. Шляхи удосконалення процесу обробки плоских поверхонь деталей фрезеруванням / О.А. Громовий, Г.М. Виговський, Н.О. Балицька // Технічна інженерія. – 2020. – № 2(86). – С. 48 – 53.
9. Виговський Г.М. Дослідження напружено-деформованого стану торцевої фрези для чистової обробки площин / Г.М. Виговський, М.М. Плисак // Вісник ЖДТУ. Серія : Технічні науки. – 2019. – № 1 (83). – С. 53–58. DOI: 10.26642/tn- 2019-1(83)-53-58.