

Винахід відноситься до галузі машинобудування та може застосовуватись при обробці плоских поверхонь деталей.

Відома торцева ступінчаста фреза [1]. Як і винахід, що пропонується, інструмент-аналог має встановлені на корпусі ступіннями окремі ножі зі змінними кутами в плані головних різальних кромок.

Але на відміну від інструмента-винаходу, відома торцева ступінчаста фреза має на окремих ступенях ножі з головними різальними кромками з кутами в плані, величини яких виконано зменшуваними зі зростанням радіусів кіл, на яких вони розташовані. Таке виконання інструмента-аналога призводить до збільшення коливань величин вертикальної складової сили різання та деформацій, породжених змінністю величин припуску реальних заготовок. Тому недоліком аналогу є низька точність форми оброблених площин деталей.

Найбільш близькою за сукупністю суттєвих ознак до винаходу і вибраною як прототип є торцева ступінчаста фреза [2]. Прототип, як і запропонований винахід, має на корпусі встановлені ступенями окремі ножі зі змінними кутами в плані головних різальних кромок, величини яких виконано зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані.

Зважаючи на значну змінність величин припуску реальних заготовок, на наявність підвищеної твердості їх поверхневих шарів, на умови часто невисокої загальної жорсткості технологічного ланцюга, складеного із заготовки, торцевої фрези, пристосувань та верстата, при обробці деталей виникають змінні величини деформацій у вказаному ланцюзі. Вони суттєво погіршують точність деталей - точність форми і розмірів площин та їх відносного положення, а також спричиняють виникнення хвилястості на оброблених поверхнях.

Таким чином, недоліком прототипу є низька точність форми і розмірів та відносного положення оброблених площин.

Метою запропонованого винаходу є підвищення точності форми, розмірів та відносного розташування оброблених торцевою ступінчастою фрезою площин деталей, а також зниження їх хвилястості.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення торцевої ступінчастої фрези шляхом модифікації конструкції та геометричних параметрів ножів (окрім кута φ в плані), завдяки яким досягається зменшення і стабілізація нормальної складової сили різання та деформацій при різанні реальних заготовок. За рахунок цього підвищується точність форми, розміру та відносного розташування оброблених площин деталей, зменшується хвилястість на них.

Поставлена задача вирішується тим, що в торцеву ступінчасту фрезу, на корпусі якої встановлені ступенями окремі ножі зі змінними кутами в плані головних різальних кромок, величини яких виконано зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані, введені нові суттєві ознаки. Згідно з винаходом, кути нахилу головних різальних кромок виконані негативними, величини яких, а також величини передніх кутів ножів, виконані зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані.

Запропонована конструкція торцевої ступінчастої фрези породжує появу "притискових" сил, які, взаємодіючи зі звичайними "відтисковими" силами, створюють проміжний очікуваний результат - зменшення і стабілізацію загальної нормальної складової сили різання та викликаних нею деформацій. Завдяки цьому, кінцевим технічним результатом і буде підвищення точності форми, розмірів та відносного положення оброблених площин деталей, а також зниження їх хвилястості.

Додатковий ефект зменшення і стабілізації нормальної складової сили різання досягається завдяки виконанню головних різальних кромок ножів дуговими опуклими.

Суть винаходу пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

на фіг.1 - загальний вигляд торцевої ступінчастої фрези;

на фіг.2 - розріз А-А фіг.1;

на фіг.3 - розріз Б-Б фіг.1;

на фіг.4 - розріз В-В фіг.1;

на фіг.5 - вид Г на фіг.1;

на фіг.6 - вид Д на фіг.1;

на фіг.7 - загальний вигляд торцевої ступінчастої фрези з дуговими опуклими різальними кромками.

В корпусі торцевої ступінчастої фрези закріплені ножі з головними різальними кромками 1, 2, 3, ... i, розташовані ступіннями на колах з радіусами $R_1, R_2, R_3, \dots R_i$ відповідно, причому $R_1 < R_2 < R_3 < \dots < R_i$. Зростання радіуса розташування різальних кромок ножів відповідає їх ступінчастому віддаленню від обробленої площини деталі, яку формує ніж з різальною кромкою 1. Кути в плані головних різальних кромок 1, 2, 3, ... i на ступіннях виконані рівними $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots \varphi_i$ відповідно, причому $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3 < \dots < \varphi_i$.

Розглянемо випадок, коли $i = 3$ (див. фіг.1).

Кути нахилу $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ головних різальних кромок 1, 2, 3 ножів виконані негативними. В цьому випадку, згідно з [3], різання починає спочатку нижня - профілююча ділянка ножа, а потім - головна різальна кромка (див.

фіг.5 і фіг.6 та радіальну проекцію різальної кромки 3 на фіг.1). Величина кутів $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ нахилу головних різальних кромок виконано зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані. Ці кути вимірюються в площинах різання між кожною з різальних кромок та відповідними осьовими площинами. Тільки

для останньої різальної кромки 3, яка має кут в плані $\varphi_3 = 90^\circ$, а значить і площину різання, паралельну радіальній проекції, кут її нахилу на фіг. 1 не спотворюється. Кути нахилу λ_1 та λ_2 головних різальних кромок 1

та 2 відповідно, проектуючись на радіальну проекцію, перетворюються на кути λ'_1 та λ'_2 (див. фіг.1). Дійсні величини кутів нахилу головних різальних кромок 1 та 2, що відповідно вимірюються в площинах різання, нахилених в плані на кути λ_1 та λ_2 , показані на фіг.5 та фіг.6 відповідно.

Передні кути $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ножів з головними різальними кромками 1, 2 та 3 відповідно, виконані зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані, тобто знаходяться в залежності $\gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$ (див. фіг.2, 3, 4).

Як варіант, головні різальні кромки 1, 2, 3 ножів можуть бути виконані дуговими опуклими (див. фіг.7). Торцева ступінчаста фреза працює таким чином.

Робота показана на прикладі фрези, коли кількість ножів (і ступіней) дорівнює трьом, тобто $i = 3$.

Головні різальні кромки ножів 1, 2, 3 розташовані на різних ступінцях з колами, що мають радіуси $R_1 < R_2 < R_3$, і, характеризуючись кутами в плані $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$, створюють "відтискні" частини нормальної складової сили різання $P_{y1} > P_{y2} > P_{y3}$, причому $P_{y3} = 0$. При виконанні кутів нахилу головних різальних кромок 1, 2, 3 негативними, величини яких виконані зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані, тобто $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$, створюється система "притискних" частин нормальної складової сили різання P_{n1}, P_{n2}, P_{n3} . Ці сили створюють осьову (нормальну до обробленої поверхні) протидію "відтискним" силам, в результаті чого виникає стабілізація результуючих сил:

$$(P_{y1} + P_{y2} + P_{y3}) - (P_{n1} + P_{n2} + P_{n3}) = \text{const.}$$

Крім того, завдяки виконанню передніх кутів ножів зростаючими зі збільшенням радіусів кіл, на яких вони розташовані, тобто $\gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$, а також виконанню головних різальних кромок дуговими опуклими, поліпшується компенсація суми "відтискних" сил сумою "притискних" сил, тобто зменшується значення результуючої константи.

Завдяки зменшенню і стабілізації результуючих нормальних сил при обробці площин запропонованими торцевими ступінчастими фрезами зменшуються і стабілізуються величини деформації заготовок, фрез, пристосувань та верстатів. Це дозволить досягти зменшення за [4] відхилень від прямолінійності в площині (опуклість, ввігнутість та гвинтоподібність), а також відхилень від паралельності з базовою площиною до рівнів полів допусків за 6-8 квалітетами, тобто суттєво підвищити точність форми, розмірів і взаємного розташування обробленої площини та знизити хвилястість.

Приклад.

Можлива схема розподілу величин кутів на різних ступінцях для фрези з трьома ножами наведена у таблиці

Таблиця

№ різальної кромки	Кути ножів		Передні кути лез γ
	Головні різальні кромки		
	Кути в плані φ	Кути нахилу λ	
1	5...15°	2...12°	0...5°
2	20...50°	15...35°	6...12°
3	60...100°	40...60°	13...20°

У випадках виконання торцевих ступінчастих фрез зі значеннями кутів за верхніми межами (див. таблицю) можливе досягнення повної компенсації "відтискних" і "притискних" сил з нульовим результуючим значенням константи. Така компенсація відбувається за рахунок підвищення колових сил та сил подачі. Кількість ступіней реальних торцевих ступінчастих фрез може бути значно більшою, ніж три, як в даному прикладі, а також і кількість ножів на кожній зі ступіней теж може бути більшою, що визначає продуктивність обробки.

Джерела інформації

1. А.С. СССР №1480976, МКИ 4 В23С5/06. Торцовая ступенчатая фреза / М.Т. Коротких, В.С. Медко, Н.И. Шеффер, М.А. Шатерин. - №4241804/31-08; Заявл. 08.05.87; Опубл. 23.05.89, Бюл. №19.
2. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-ние, 1987. - С.343, рис.9.4а.
3. ГОСТ 25762-83. Обработка резанием. Термины, определения и обозначение общих понятий. - М.: Госстандарт, 1985.
4. ГОСТ 24642-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. - М.: 1982.

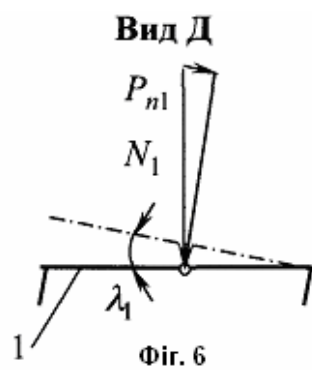
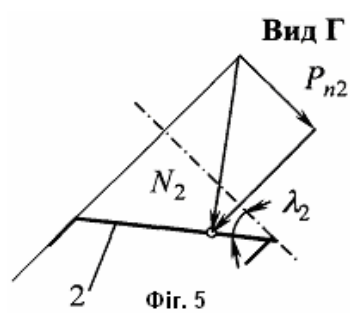
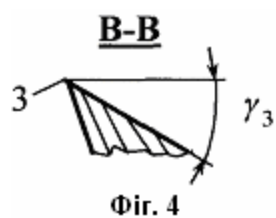
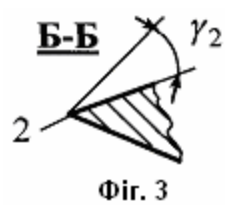
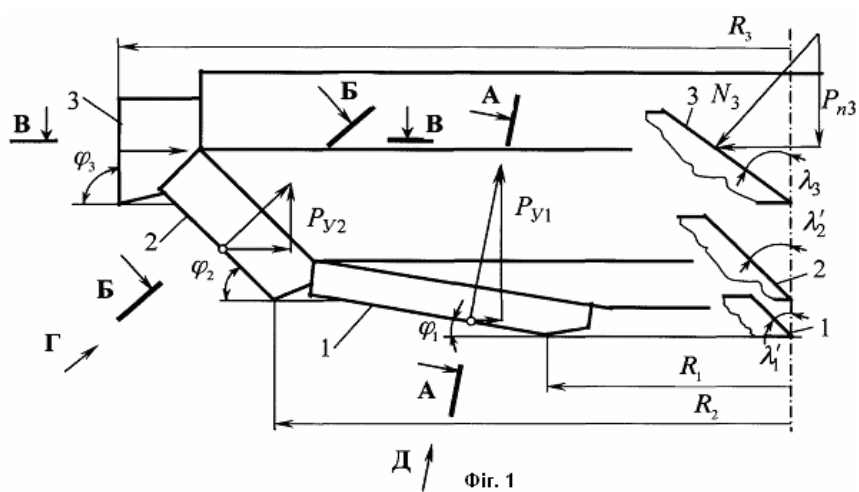




Fig. 7