

С.В. Майданюк, асист.
В.Г. Панчук, к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «КПІ»

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА СТАТИЧНІ КУТИ ВІДРІЗНИХ ФРЕЗ ІЗ РІЗНОНАПРАВЛЕНИМИ ЗУБЦЯМИ І СТРУЖКОВИМИ КАНАВКАМИ ЗМІННОЇ ГЛИБИНИ

В статті наведено результати розрахунків статичних геометричних параметрів різальної частини відрізної фрези з різнонаправленими зубцями і стружковими канавками змінної глибини, а також визначено ступінь впливу на них інструментальних та конструктивних параметрів фрези.

Вступ. Для теоретичних розрахунків параметрів процесу різання, зокрема сили різання, при відрізанні заготовок дисковими відрізними фрезами виникає необхідність визначення статичних геометричних параметрів різальної частини фрези [1]. Статичні геометричні параметри, в загальному випадку, не співпадають з інструментальними і більш точно описують умови роботи інструмента в процесі різання.

Математичні залежності статичних геометричних параметрів від конструктивних та інструментальних параметрів для фрез з різнонаправленими зубцями та стружковими канавками змінної глибини визначені в роботах [2, 3]. Сукупність цих залежностей може розглядатися як математична модель зубця фрези, де значення статичних параметрів складають множину вихідних характеристик моделі, а значення конструктивних та інструментальних складають множину вхідних факторів.

У даній статті наведено результати моделювання при різних значеннях інструментальних та конструктивних параметрів і аналіз одержаних результатів.

Основна частина. Множину вихідних характеристик (зміст характеристик відповідає стандарту [1]) утворюють:

- статичний передній кут γ_c ;
- статичний задній кут α_c ;
- статичний кут в плані φ_c ;
- статичний кут нахилу різальної кромки λ_c .

Як вхідні фактори (рис. 1) приймаються:

- діаметр фрези D ;
- інструментальний передній кут γ_i ;
- інструментальний задній кут α_i ;
- кут нахилу задньої поверхні τ_γ ;
- кут нахилу передньої поверхні τ_α ;
- зміщення досліджуваної точки K різальної кромки відносно середнього перерізу фрези z_K .

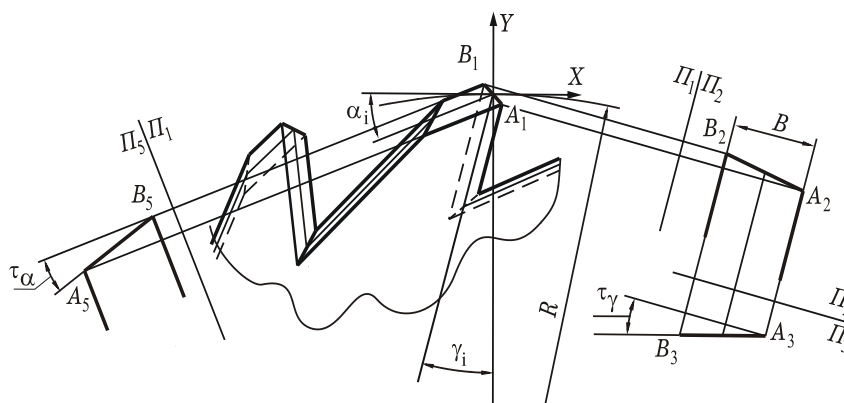


Рис. 1. Конструктивні та інструментальні параметри зубця відрізної дискової фрези

На підставі математичної моделі створена комп'ютерна модель в середовищі Matlab. Моделювання здійснюється для кожної вихідної характеристики за планом повного факторного експерименту для шести факторів. Для кожного вхідного фактора приймається дев'ять рівнів варіації.

Результат моделювання являє собою сукупність 9^6 значень для кожної вихідної характеристики. Для визначення впливу певного вхідного фактора на досліджувану вихідну характеристику всі розрахункові значення цієї характеристики групуються за відповідним значенням вхідного фактора і визначається їх середнє арифметичне значення. Таким чином забезпечується усереднення впливів на досліджувану вихідну характеристику інших вхідних факторів. Результати виконаних розрахунків наведено в табличному вигляді (табл. 1–6) і графічному вигляді (рис. 2–7).

Таблиця 1

Значення статичних параметрів залежно від діаметра фрези D

D	155,00	175,00	195,00	215,00	235,00	255,00	275,00	295,00	315,00
φ_c	55,1583	55,1516	55,1482	55,1479	55,1355	55,1444	55,1382	55,1350	55,1197
λ_c	-6,1281	-6,1296	-6,1284	-6,1275	-6,1300	-6,1273	-6,1279	-6,1283	-6,1316
γ_c	4,2167	4,2168	4,2174	4,2181	4,2171	4,2178	4,2166	4,2169	4,2167
α_c	12,5461	12,5441	12,5432	12,5445	12,5414	12,5431	12,5434	12,5427	12,5395

Таблиця 2

Значення статичних параметрів залежно від координати Z_K

Z_K	-3,00	-2,25	-1,50	-0,75	0,00	0,75	1,50	2,25	3,00
φ_c	55,3517	55,2557	55,1264	55,1073	55,0856	55,1312	55,1225	55,0897	55,0086
λ_c	-5,9500	-6,0015	-6,0630	-6,0998	-6,1401	-6,1608	-6,1982	-6,2431	-6,3022
γ_c	4,0199	4,0672	4,1171	4,1701	4,2120	4,2680	4,3173	4,3684	4,4142
α_c	12,8401	12,7567	12,6674	12,6031	12,5323	12,4795	12,4125	12,3390	12,2577

Таблиця 3

Значення статичних параметрів залежно від інструментального заднього кута α_i

α_i	5,000	8,125	11,250	14,375	17,500	20,625	23,750	26,875	30,000
φ_c	65,9012	63,4343	61,0833	56,6638	55,8376	51,6154	50,9596	49,5262	41,2573
λ_c	-3,5797	-4,3103	-4,8195	-5,8684	-5,9557	-7,0804	-7,1451	-7,4441	-8,9554
γ_c	5,8905	5,4103	4,9865	4,3924	4,1391	3,6643	3,5339	3,2806	2,6566
α_c	4,2674	6,7305	9,0586	10,9172	13,1993	14,6800	16,8519	18,7863	18,3969

Таблиця 4

Значення статичних параметрів залежно від інструментального переднього кута γ_i

γ_i	-5,000	-1,875	1,250	4,375	7,500	10,625	13,750	16,875	20,000
φ_c	56,3088	56,1427	55,9095	55,6042	55,2679	54,9227	54,5386	54,0763	53,5080
λ_c	-2,7530	-3,4945	-4,2744	-5,0960	-5,9638	-6,8736	-7,8385	-8,8735	-9,9915
γ_c	-5,0918	-2,7905	-0,4818	1,8340	4,1607	6,5064	8,8752	11,2661	13,6759
α_c	12,5573	12,5781	12,5829	12,5706	12,5583	12,5474	12,5319	12,5041	12,4575

Таблиця 5

Значення статичних параметрів залежно від кута нахилу задньої поверхні τ_α

τ_α	0,00	3,75	7,50	11,25	15,00	18,75	22,50	26,25	30,00
φ_c	10,0000	37,2653	57,1189	66,7458	70,6106	69,6329	65,6133	61,6235	57,6682
λ_c	-17,4561	-13,0005	-8,0321	-4,6237	-2,4767	-1,8037	-2,1896	-2,5856	-2,9907
γ_c	0,8333	2,3990	3,7430	4,5271	5,0397	5,3395	5,3521	5,3598	5,3608
α_c	1,9444	6,1940	10,8569	14,0605	16,0407	16,6786	16,2380	15,7267	15,1484

Таблиця 6

Значення статичних параметрів залежно від кута нахилу передньої поверхні τ_γ

τ_γ	-30,00	-22,50	-15,00	-7,50	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
φ_c	64,0398	66,5482	68,9107	71,2039	73,4960	53,7153	43,0632	33,9068	21,3946

λ_c	-30,0125	-23,4641	-16,6599	-9,5842	-2,2353	3,4064	7,0015	8,8418	7,5475
γ_c	-5,3432	-1,0130	2,3999	5,1038	7,2298	7,0581	7,3465	7,5783	7,5940
α_c	17,0250	16,8514	16,7335	16,6607	16,6288	12,0299	8,7801	5,8734	2,3055

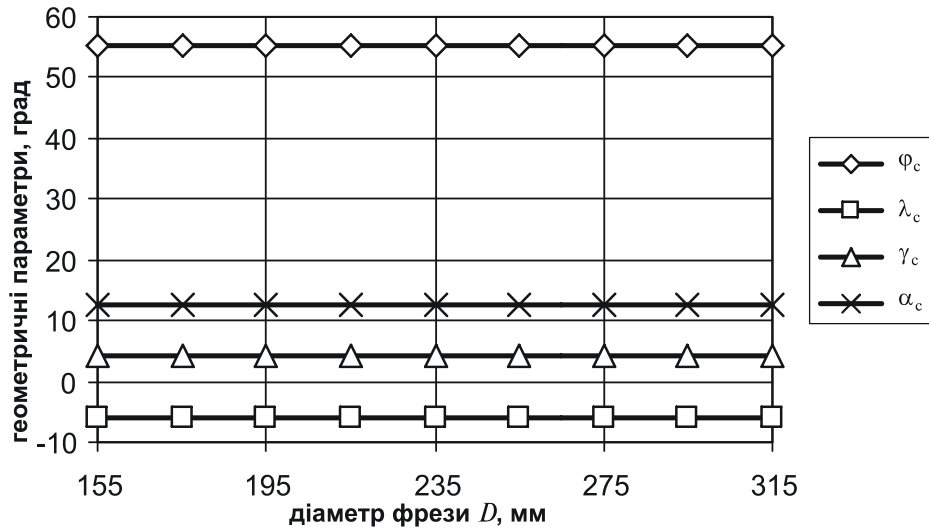


Рис. 2. Графіки залежності статичних параметрів від діаметра фрези D

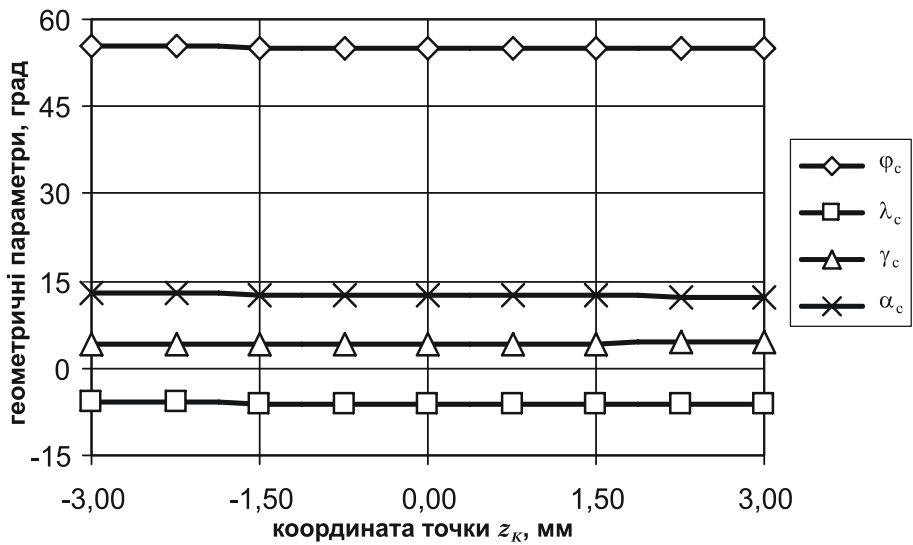


Рис. 3. Графіки залежності статичних параметрів від координати z_k

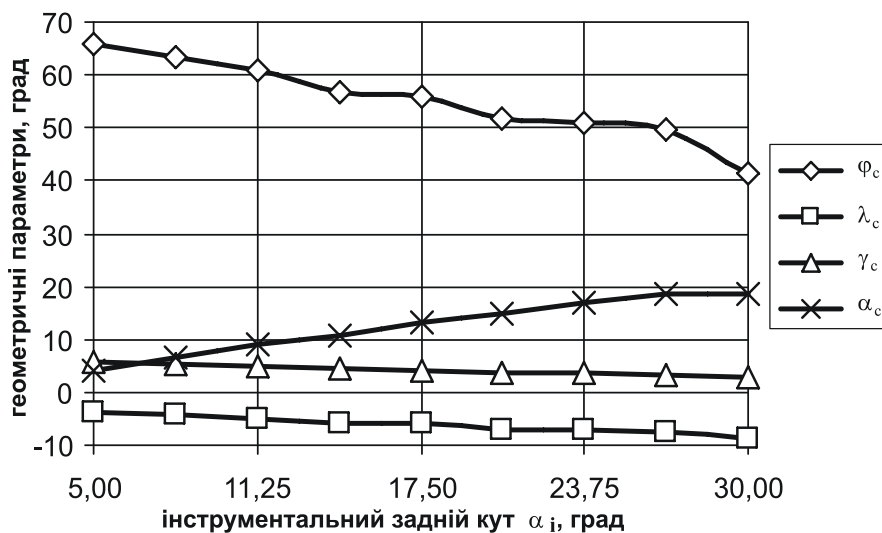


Рис. 4. Графіки залежності статичних параметрів від інструментального заднього кута α_i

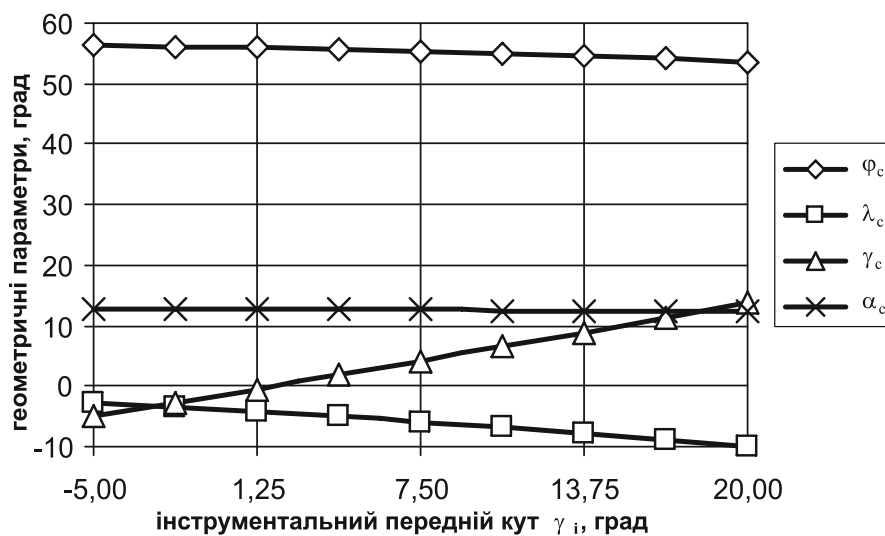


Рис. 5. Графіки залежності статичних параметрів від інструментального переднього кута γ_i

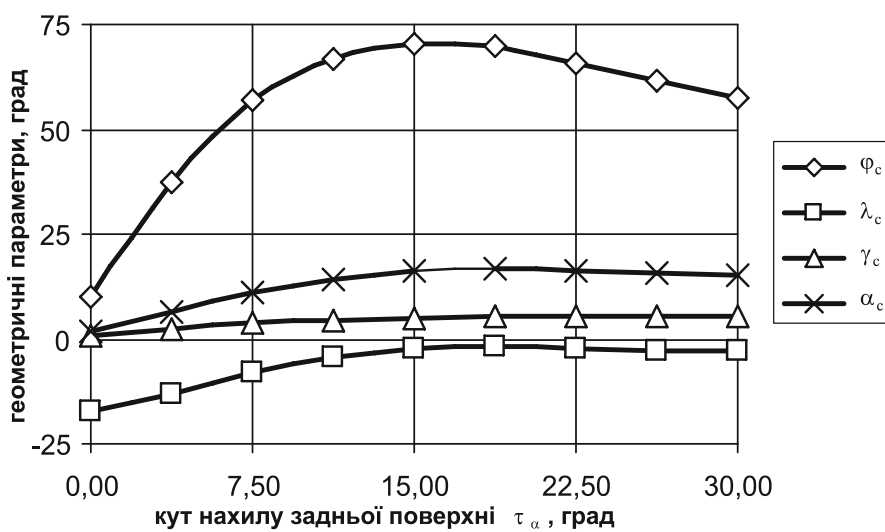


Рис. 6. Графіки залежності статичних параметрів від кута нахилу задньої поверхні τ_α

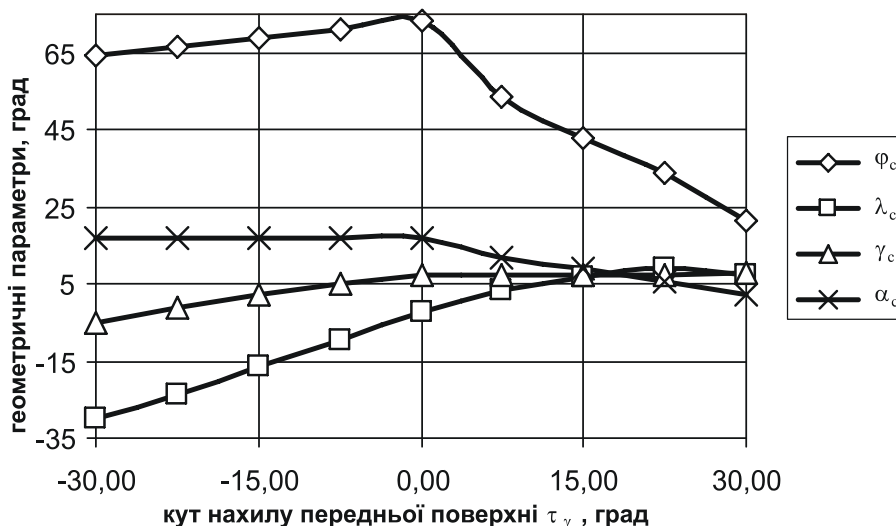


Рис. 7. Графіки залежності статичних параметрів від кута нахилу передньої поверхні τ_γ

За наведеними даними вплив вхідних факторів можна оцінити наступним чином:

- діаметр фрези D майже не впливає на значення статичних кутів різальної частини. В абсолютних вимірах його вплив коливається в межах $0,2\text{--}0,9^\circ$;
- вздовж різальної кромки при ширині фрези до 6 мм зміна статичних кутів не перевищує $0,6^\circ$, що не є суттєвим;
- інструментальний задній кут α_i найбільший вплив має на статичний кут у плані φ_c (в абсолютному вимірі це складає до 25°) та на статичний задній кут α_c (до 15°). Статичний передній кут γ_c та статичний кут нахилу різальної кромки λ_c зазнають менших змін, але також досить суттєвих (відповідно до 4° і до 6°);
- інструментальний передній кут γ_i меншою мірою впливає на статичні кути. Найбільший вплив здійснюється на передній статичний кут γ_c (до 19°), менший — на статичний кут нахилу різальної кромки λ_c (до 7°) і статичний кут у плані φ_c (до 3°). Статичний задній кут α_c майже не змінюється;
- кут нахилу задньої поверхні τ_α суттєво впливає на всі статичні кути, хоча і в різній мірі. Найбільшого впливу зазнає статичний кут в плані φ_c (до 60°), статичний кут нахилу різальної кромки λ_c і статичний задній кут α_c змінюються в межах до 15° , меншою мірою зазнає змін передній статичний кут γ_c (до 5°);
- кут нахилу передньої поверхні τ_γ також суттєво впливає на всі статичні кути. Найбільшого впливу, знову ж таки, зазнає статичний кут в плані φ_c (до 53°), а також статичний кут нахилу різальної кромки λ_c (до 40°). Статичний задній кут α_c і статичний передній кут γ_c змінюються майже однаково (до 15°).

Висновки. Досліджено вплив геометричних конструктивних та інструментальних параметрів на величини статичних геометричних параметрів різальної частини відрізної фрези. В результаті аналізу встановлено:

- на передній статичний кут γ_c найбільш суттєво впливає передній інструментальний кут γ_i та кут нахилу передньої поверхні τ_γ ;
- на задній статичний кут α_c однаковою мірою впливають інструментальний задній кут α_i , кут нахилу задньої поверхні τ_α і кут нахилу передньої поверхні τ_γ . Передній інструментальний кут фактично не впливає;
- статичний кут нахилу різальної кромки λ_c суттєво залежить від всіх конструктивних і інструментальних кутів. Найбільший вплив має кут нахилу передньої поверхні τ_γ ;
- статичний кут в плані φ_c дуже залежить від всіх конструктивних та інструментальних кутів, крім переднього інструментального кута γ_i , порівняно з іншими параметрами, вплив переднього інструментального кута γ_i є незначним.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ 2249-93. Оброблення різанням. Терміни, визначення і позначення. — Введ. 01.01.95. — К.: Держстандарт України, 1994.
2. *Равская Н.С., Панчук В.Г., Майданюк С.В.* Геометрические параметры режущей части дисковых отрезных фрез // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: Зб. наук. праць. — Краматорськ: ДДМА, 2005. — № 18. — С. 73–82.
3. *Панчук В.Г., Майданюк С.В.* Графічне визначення статичних геометричних параметрів різальної частини відрізних фрез з різнонаправленими зубцями і стружковими канавками змінної висоти // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнар. зб. наук. праць. — Донецьк: ДонНТУ, 2007. — № 34. — С. 167–177.

МАЙДАНЮК Сергій Володимирович — асистент кафедри інструментального виробництва Національного технічного університету України «КП».

Наукові інтереси:

- теорія проектування інструменту.

ПАНЧУК Віталій Георгійович — кандидат технічних наук, доцент Національного технічного університету України «КП».

Наукові інтереси:

- теорія проектування інструменту.

Подано 03.09.2007