

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ігоря Сікорського”  
Кафедра “Конструювання машин”

Солодкий Валерій Іванович

**РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ**  
**та**  
**інструментальне забезпечення автоматизованого**  
**виробництва**  
(матеріал для самостійної роботи студентів)

Тема: Фрези

Розділ: Конструктивні параметри

КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ – 2022

## Зміст

<b>1</b>	<b>КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ</b>	<b>4</b>
1.1	Діаметри інструмента . . . . .	4
1.1.1	Зовнішній . . . . .	4
1.1.2	Посадковий отвір . . . . .	4
1.1.3	Співвідношення діаметрів . . . . .	5
1.2	Зубці . . . . .	5
1.2.1	Кількість зубців . . . . .	5
1.2.2	Нахил зубців . . . . .	6
1.2.3	Форма зуба . . . . .	7
	Питання для самоконтролю . . . . .	8
	<b>Список літератури</b>	<b>9</b>

## Перелік ілюстрацій

1.1	Простий зуб . . . . .	7
1.2	Посилений зуб . . . . .	7
1.3	Рівноміцний зуб . . . . .	7

# 1 КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ

До загальних конструктивних параметрів фрез відносяться:

- діаметр фрези;
- посадкові розміри (діаметр отвору, паз шпона);
- кількість зубів;
- форма зубів.

## 1.1 Діаметри інструмента

### 1.1.1 Зовнішній

Зовнішні діаметри  $D_{\phi}$  фрез стандартизовані, їх ряди представляють геометричну прогресію із знаменником  $k = 1,26$  або  $k = 1,58$ . Початковим значенням у цих рядах є 63, тобто  $D_{\phi} = 63$  мм.

Для  $k = 1,26$  маємо такий ряд діаметрів  $D_{\phi}$ , мм:

3	4	6	8	10	12	16	20	25
32	40	50	63	80	100	125	160	200

Для  $k = 1,58$  маємо такий ряд діаметрів  $D_{\phi}$ , мм:

4	6	10	16	25	40	63	100	160	250
---	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

### 1.1.2 Посадковий отвір

Діаметр  $d_o$  посадкового отвору залежить від зовнішнього діаметра фрези і дорівнює  $d_o = D_{\phi}/2,25$  мм, який округляється до стандартних значень:

16	22	27	32	40	50	60
----	----	----	----	----	----	----

### 1.1.3 Співвідношення діаметрів

Між діаметром посадкового отвору  $d$  та зовнішнім діаметром  $D_\phi$  фрез існує залежність, обумовлена необхідністю передачі крутного моменту, тому доцільно дотримуватись співвідношень:

– для циліндричних фрез:

$d$ , мм	16	22	27	32	40	50	60
$D_\phi$ , мм	40	50	60	75	110	130	150

– для дискових та торцевих фрез:

$d$ , мм	16	22	27	34	40	50
$D_\phi$ , мм	40	50	60...75	90...110	130	150...225

## 1.2 Зубці

### 1.2.1 Кількість зубців

(1). Коли конкретні умову використання інструмента невідомі, кількість зубців  $Z$  фрези можна прийняти залежно від її діаметра  $D_\phi$  та призначення (розраховане значення округлити до парного):

чорнова	універсальна	чистова
$Z = 1,25\sqrt{D_\phi}$	$Z = 1,5\sqrt{D_\phi}$	$Z = 1,75\sqrt{D_\phi}$

#### Приклад 1.1 (Фрези. Кількість зубців #1)

Визначити кількість зубців для чорнової, універсальної та чисто-вої фрези.

*Вихідний дані:*

$D_\phi = 75$  мм зовнішній діаметр фрези.

*Рішення:*

– чорнова фреза	$Z = 1,25\sqrt{75} = 10,83 = 10$
– універсальна фреза	$Z = 1,5\sqrt{75} = 12,99 = 12$
– чистова фреза	$Z = 1,75\sqrt{75} = 15,16 = 16$

(2). При проектуванні фрез для конкретних умов роботи, кількість зубців  $Z$  доцільно розрахувати за формулою:

$$Z = \frac{C_z D_\phi}{t_{max}^{0,5} S_{zmax}^{0,5}}$$

- де  $C_z$  – для торцевих фрез  $C_z = 0,6$ ; для всіх інших  $C_z = 0,2$ ;  
 $D_\phi$  – зовнішній діаметр фрези;  
 $t_{max}$  – найбільша глибина різання;  
 $S_{zmax}$  – найбільша подача на зуб.

**Приклад 1.2** (Фрези. Кількість зубців #2)  
 Визначити кількість зубців дискової фрези.

*Вихідні дані:*

- $C_z = 0,2$  коефіцієнт;  
 $D_\phi = 75$  мм зовнішній діаметр фрези;  
 $t_{max} = 5$  мм найбільша глибина різання;  
 $s_{maz} = 0,3$  мм/зуб подача на зуб.

*Рішення:*

1. Розрахункова кількість зубців фрези

$$Z = \frac{C_z D_\phi}{t_{max}^{0,5} S_{zmax}^{0,5}} = \frac{0,2 \cdot 75}{5^{0,5} 0,3^{0,5}} = 12,247.$$

2. Прийнята кількість зубців фрези  $Z = 12$ .

3. За спрощеною формулою  $Z = 1,5\sqrt{D_\phi}$  отримуємо

$$Z = 1,5\sqrt{75} = 12,990.$$

4. Як бачимо результати збігаються. Отже  $Z = 12$  зубців.

### 1.2.2 Нахил зубців

Для забезпечення рівномірності фрезерування (під час роботи фрези) зуби фрези розташовані під кутом  $\omega$  нахилу зубу відносно осі інструмента:

Тип фрези	$\omega^\circ$
циліндрична .....	20... 30
кінцева .....	30... 40
шпонкова .....	15
дискова .....	10... 15
торцева .....	10

### 1.2.3 Форма зубу

Для фрез будь-якого типу застосовують три форми профілю різального зубу.

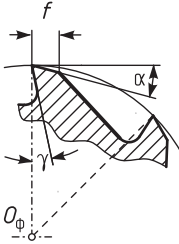


Рис. 1.1. Простий зуб

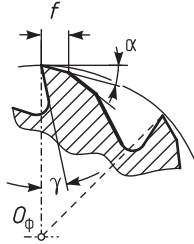


Рис. 1.2. Посилений зуб

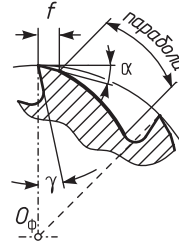


Рис. 1.3. Рівномічний зуб

Зуби фрези повинні мати достатню міцність, забезпечувати максимально можливу кількість переточувань, мати простір для розміщення стружки.

#### Простий зуб

Це найпростіша форма зубу (рис.1.1). Задня поверхня виконана як дві прямі. Позитивним є те, що він простий у виготовлення. Недоліком є те, що він занадто тонкий у своїй основі і через це при виникненні значних навантажень такі зубці часто ламаються. Застосовують для простого інструмента.

#### Посилений зуб

Має посилену (товстішу) нижню частину (рис.1.2). Він витримує більші навантаження, але складніший у виготовлення. Зуб такої форми застосовують у високопродуктивних фрез, які працюють з високими навантаженнями. Здебільшого це фрези для чорнового оброблення.

#### Рівномічний зуб

Вперше було застосовано в Америці (рис.1.3) тому іноді його називають “американським”. Відмінність цього зубу в тому, що задня поверхня криволінійна – вона повторює рівномірну балку. Зуб такої форми має найбільшу міцність, але досить дорогий у виготовленні.

**Зауваження.** Всі перелічені форми зубців об'єднані в одну групу, вони називаються “гострозаточені зубці”. Ця назва пов'язана з тим, що задня поверхня зубу має фаску  $f$ , котра окреслена прямою лінією.

**Зауваження.** Термін “гострозаточені” не означає, що ці фрези гострі, а всі інші тупі. Всі фрези мають гостру різальну кромку (різальне лезо). На протилежність гострозаточеним фрезам існують “затиловані” фрези.

### Питання для самоконтролю

1. Яку форму має “простий” зуб фрези?
2. Яку форму має “посилений” зуб фрези?
3. Яку форму має “рівноміцний” зуб фрези?
4. Якою є величина нахилу зубців фрези?
5. Як розрахувати кількість зубців фрези?
6. Як визначити зовнішній діаметр фрези?
7. Чи стандартизовані діаметри посадкових отворів для фрез?
8. За якою формулою розраховують кількість зубців чорнової фрези?
9. За якою формулою розраховують кількість зубців чистової фрези?
10. За якою формулою розраховують кількість зубців універсальної фрези?

## **Список літератури**

1. ДСТУ 2233-93. Інструменти різальні. Терміни та визначення // Український державний проектно-технологічний інститут "Укроргверстатігнрам" Міністерства машинобудування, військового промислового комплексу та конверсії України, 1993. – 16 с.
2. ДСТУ 2249 – 93. Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення. – К. : Держспоживстандарт України, 1993. – 35 с.
3. Кукляк М. Л. Металорізальні інструменти. Проектування / М. Л. Кукляк, І. С. Афтаназів, І. І. Юрчишин. – Львів : Львівська політехніка, 2003. – 556 с
4. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів : підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І.Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазира. – 3-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.
5. Родин П. Р. Основи проєктирования режущих инструментов / П. Р. Родин. – Киев: Вища шк., 1990. – 423 с.
6. Швець С. В. Металорізальні інструменти / С. В. Швець. – Суми : СумДУ, 2007. – 185 с.

Електронне мережне навчальне видання

Солодкий Валерій Іванович

**РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ**  
та  
інструментальне забезпечення автоматизованого  
виробництва

*Матеріал для самостійної роботи студентів*

Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського”  
Київ – 2022 р.