

М. П. МАЗУР, К. С. СОКОЛАН  
Хмельницький національний університет

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ ГРЕБІНЧАСТИХ ФРЕЗ ІЗ МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ ТВЕРДОСПЛАВНИХ НЕПЕРЕТОЧУВАНИХ ПЛАСТИНОК

В роботі розглядаються особливості проектування пальцевих гребінчастих фрез із механічним кріпленням твердосплавних непереточуваних пластинок. Визначаються параметри встановлення пластинок у корпусі інструмента, обмеження, які виникають при цьому. Показано, що профілювання точних зовнішніх та внутрішніх різьб можливо при виготовленні непереточуваних пластинок, розміри різьбового профілю яких встановлюються розрахунком. Реалізація запропонованої методики дозволяє одержати необхідні дані для виготовлення робочого креслення різних конструкцій гребінчастих фрез.

Ключові слова: гребінчаста фреза, профілювання, непереточувани різьбові пластинки, профіль різі.

M. MAZUR, K. SOKOLAN  
Khmelnyskyi National University

## CONSTRUCTIONAL DESIGN FEATURES OF MULTIPLE THREAD CUTTERS WITH MECHANICAL MOUNTING OF HARDMETAL DISPOSABLE TIPS

Recently, carbide cutter combs have become widespread in mechanical engineering. They are both monolithic and with mechanical fastening of special non-regrinding plastics. Working with a cutting speed of 100... 300 m / h, they increase productivity by reducing the number of teeth compared to cutters from the high-speed capital.

Constructional design features of shank-type multiple thread cutters with mechanical mounting of hardmetal disposable tips are examined. Mounting parameters for disposable tips in instrument body frame, limitations in the values of face and tool back wedge angles, as a result of indicated conditions are determined. It is shown, that accurate forming of male and female threads is possible under certain manufacturing of disposable tips thread. This calls for determination of thread crest and minimal diameter and thread shape angle of disposable tip in the plane of face of the tip and in the plane, perpendicular to stab flank, which values are determined in accordance with recommended techniques.

Realization of proposed techniques provides receiving of necessary data for production drawing manufacturing of different constructions of multiple thread cutters. With the help of developed technique, it becomes possible to determine parameters of disposable tips mounting in the mill body of shank-type multiple thread cutters and thread profile sizes of disposable tips, necessary for accurate threads forming. Acquaintance of these data is essential for engineering release of different constructions of high-efficiency multiple thread cutters.

Keywords: multiple thread cutter, forming, disposable tips, thread profile.

**Постановка проблеми.** Останнім часом у машинобудуванні знайшли широке розповсюдження твердосплавні гребінчасті фрези. Вони бувають як монолітні, так і з механічним кріпленням спеціальних непереточуваних пластинок (рис. 1). Працюючи зі швидкостями різання 100...300 м/хв, вони дозволяють значно підвищити продуктивність праці навіть при зменшенні кількості зубів у порівнянні з фрезами зі швидкокорізальної сталі.



Рис. 1 Схема оброблення внутрішньої й зовнішньої різі на верстаті з ЧПК із використанням програми гвинтової інтерполяції [1]

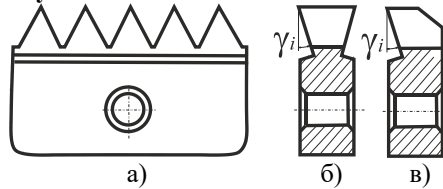
Особливостями й перевагами використання різьбонарізних гребінчастих фрез із непереточуваними твердосплавними пластинками є:

- можливість одержання точної різі будь-якого діаметра на фрезерних верстатах із ЧПК та обробних центрах, використовуючи програми гвинтової інтерполяції (див. рис. 1);
- одержання прецизійної різі виготовленням точних пластинок;
- немає заклинювань інструмента в отворі через стружку, як при нарізуванні різі мітчиком;
- використання подачі МОР безпосередньо в зону різання через канали в тілі інструмента;
- більша продуктивність і економічність у порівнянні з обробленням різі мітчиком для великих діаметрів;

- немає необхідності в повторних загострюваннях інструмента;
- одна пластинка (або фреза) може бути використана для різних діаметрів різі з однаковим кроком, лівосторонніх і правосторонніх (див. рис. 1);
- оброблення конічної різі не вимагає конічного інструмента, а проводиться тією же фрезою, що й циліндричної;
- немає проблем із добуванням зламаного інструмента, як це буває з мітчиком.

**Аналіз останніх джерел.** Проте, не дивлячись на видиму простоту гребінчастих фрез із твердосплавними пластинками, в літературі (в т.ч. і зарубіжній) відсутні методики визначення геометричних параметрів і форми профілю непереточувальних пластинок та їх встановлення у корпусі інструмента. Існуючі залежності для гребінчастих затілених фрез [2] непридатні через принципові відмінності в конструкціях.

**Виклад основного матеріалу.**



**Рис. 2. Основні типи твердосплавних непереточувальних пластинок гребінчастих фрез: б – двосторонніх, в – односторонніх**

Для забезпечення мінімальної сили різання при фрезеруванні у непереточувальній пластинки при її виготовленні створюється інструментальний передній кут ( $\gamma_i = 12...15^\circ$ ) (рис.2), якомога більший, що допускається міцністю пластинки у найбільш слабкому перетині.

При встановленні пластинки у корпусі фрези вона повертається відносно вершини, щоб забезпечити статичний задній кут фрези  $\alpha \approx 10...16^\circ$  (рис.3). При цьому слід слідкувати, щоб неробоча вершина В двосторонньої пластинки знаходилась нижче траєкторії руху робочої вершини А. Із простих геометричних побудов видно, що ця умова витримується при співвідношенні:

$$\sin \alpha > \frac{b_{пл}}{2R_{фр}}$$

Якщо це неможливо забезпечити для вибраного діаметра фрези і рекомендованого заднього кута, вибирають односторонню пластинку (рис.2,в).

Статичний передній кут  $\gamma$  фрези зі вставною пластинкою визначається як:

$$\gamma = \gamma_i - \alpha.$$

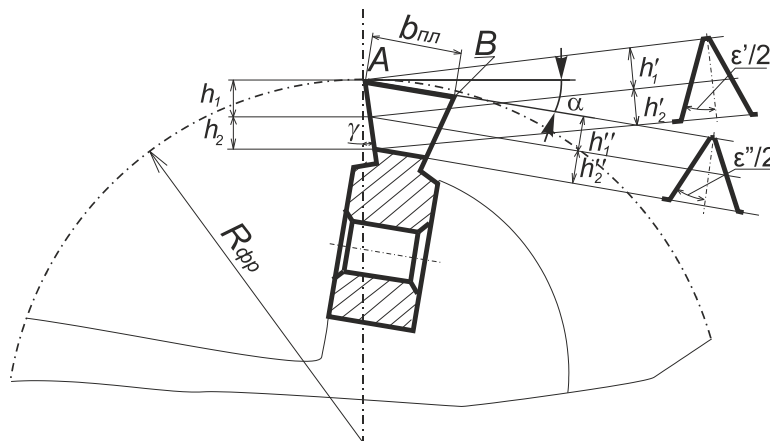
Якщо цей кут не дорівнює нулю, розраховуються висота головки  $h'_1$ , ніжки  $h'_2$  та кут різьбового профілю  $\varepsilon'$  у площині передньої поверхні фрези (див. рис. 3) у наступній послідовності [3]:

$$\beta_1 = \arcsin \frac{R_{фр} \cdot \sin \gamma}{R_{фр} - h_1},$$

$$\beta_2 = \arcsin \frac{R_{фр} \cdot \sin \gamma}{R_{фр} - (h_1 + h_2)},$$

де  $R_{фр}$  - радіус фрези;

$h_1$ ,  $h_2$  і  $\varepsilon$  - розміри профілю (висота головки і ніжки, кут профілю) різі деталі (і фрези) в осьовому перерізі (вибираються з табл.1). Для кроків, відсутніх у таблиці 1, їх приблизно можна визначити як:



**Рис.3. Схема встановлення твердосплавної непереточуваної пластинки у корпусі гребінчастої фрези**

$$h_1 = 0,288 \cdot P;$$

$$h_2 = 0,325 \cdot P.$$

Звідси величини  $h'_1$ ,  $h'_2$  і половина кута профілю  $\varepsilon'/2$  (див. рис. 3) у передній площині фрези визначаються за формулами:

$$h'_1 = \frac{(R_{\text{фр}} - h_1) \cdot \sin(\beta_1 - \gamma)}{\sin \gamma};$$

$$h'_2 = \frac{[R_{\text{фр}} - (h_1 + h_2)] \cdot \sin(\beta_2 - \beta_1)}{\sin \beta_1};$$

$$\text{tg} \frac{\varepsilon'}{2} = \text{tg} \frac{\varepsilon}{2} \cdot \frac{(h_1 + h_2) \cdot \sin \gamma}{[R_{\text{фр}} - (h_1 + h_2)] \cdot \sin(\beta_2 - \gamma)}.$$

Таблиця 1

Рекомендовані розміри профілю різі в осьовому перерізі при передньому куті  $\gamma=0^\circ$  [3]

Крок різі $P$ , мм	$\alpha^\circ$	Передній кут $\gamma=0^\circ$					Граничне відхилення половини кута профілю $\varepsilon/2$ , хв для степені точності різі		
		Для зовнішньої різі		Для внутрішньої різі					
		Висота головки $h_1$ , мм	Висота ніжки $h_2$ , мм	Висота головки $h_1$ , мм		Висота ніжки $h_2$ , мм	6g; 6H	8g; 7H	
<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>				
0,50	0°	0,144	0,169	0,162	0,178	0,203	0,144	±45	±55
0,60		0,173	0,200	0,195	0,213	0,240	0,173	±40	±50
0,70		0,202	0,230	0,227	0,249	0,277	0,202	±35	±45
0,75		0,216	0,245	0,243	0,267	0,296	0,216		
0,80		0,231	0,261	0,260	0,284	0,314	0,231	±30	±40
1,00		0,288	0,320	0,325	0,355	0,387	0,288		
1,25		0,360	0,395	0,406	0,443	0,478	0,360	±25	±35
1,50		0,433	0,470	0,487	0,532	0,569	0,433		
1,75		0,504	0,543	0,568	0,621	0,660	0,504	±20	±30
2,00		0,577	0,617	0,650	0,710	0,750	0,577		
2,50		0,721	0,764	0,812	0,888	0,931	0,721		
3,00		0,864	0,910	0,974	1,065	1,111	0,864		
3,50		1,008	1,057	1,132	1,242	1,291	1,008		
4,00		1,152	1,203	1,299	1,420	1,471	1,152		
4,50		1,296	1,349	1,462	1,597	1,650	1,296	±15	±25
5,00		1,440	1,495	1,625	1,775	1,830	1,440		
5,50		1,584	1,640	1,787	1,953	2,009	1,584		
6,00		1,728	1,786	1,950	2,130	2,188	1,728		

Висота головки, ніжки та кут різьбового профілю в осьовій площині та у площині передньої поверхні забезпечуються виготовленням непереточуваної пластинки із відповідним профілем різі. Для цього необхідно знати висоту головки  $h''_1$ , ніжки  $h''_2$  та половину кута різьбового профілю  $\varepsilon''/2$  у площині, перпендикулярній до задньої поверхні пластинки (див. рис. 3). Із очевидних геометричних побудов їх значення розраховуються за формулами:

$$h''_1 = h'_1 \cdot \cos \gamma_i; \quad (1)$$

$$h''_2 = h'_2 \cdot \cos \gamma_i; \quad (2)$$

$$\text{tg} \frac{\varepsilon''}{2} = \text{tg} \frac{\varepsilon'}{2} \cdot \frac{(h'_1 + h'_2)}{(h''_1 + h''_2)}. \quad (3)$$

Якщо статичний передній кут  $\gamma$  фрези дорівнює нулю, то у формули (1)...(3) підставляються  $h_1$ ,  $h_2$  і  $\varepsilon$  - розміри профілю (висота головки і ніжки, кут профілю) різі деталі (і фрези) в осьовому перерізі, вибрані із табл.1.

**Висновки.** За допомогою розробленої методики стає можливим визначити параметри встановлення пластинок у корпусі гребінчастої фрези та розміри різьбового профілю непереточуваних пластинок, необхідних для профілювання точних різьб. Знання цих даних необхідно для виготовлення робочого креслення різних конструкцій високопродуктивних гребінчастих фрез.

**Література**

1. Каталог металлорежущих инструментов фирмы TaeguTec.
2. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1984. - 400 с.
3. Справочник инструментальщика-конструктора / В.И. Климов, А.С. Лернер, М.Д. Пекарский. - М. : Mashgiz, 1958. – 608 с.

**References**

1. Metal-cutting tools catalogue of TaeguTec Company.
2. Nefedov N.A. Problem book and examples of metal cutting and metal-cutting tools / N.A. Nefedov, K.A. Osipov. – 4<sup>th</sup> issue, revised and corrected edition. – М.: Mechanic engineering, 1984. – 400 p.
3. Book of references for instrument designer / V.I. Klimov, A.S. Lerner, M.D. Pekarskiy. – М.: Mashgiz, 1958. – 608 p.

Рецензія/Peer review : 05.4.2020 р.

Надрукована/Printed :09.6.2020 р.  
Рецензент: д. т. н., проф. А. І. Гордєєв

---

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

**Повні вимоги до оформлення рукопису****<http://journals.khnu.km.ua/vestnik/support.htm>**

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,  
протокол № 10 від 28.05.2020 р.

Підп. до друку 27.06.2020 р. Ум.друк.арк. 36,4 Обл.-вид.арк. 34,63

Формат 30x42/4, папір офсетний. Друк різнографією.

Наклад 100, зам. № \_\_\_\_\_

---

Тиражування здійснено з оригінал-макету, виготовленого  
редакцією журналу “Вісник Хмельницького національного університету”  
редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету  
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1. тел (0382) 72-83-63