

Jan GAMROT, Zygmunt STACHURSKI

GEOMETRYCZNA ANALIZA MOŻLIWOŚCI

ZASTOSOWANIA PŁYTEK ODWRACALNYCH WE FREZACH ŚLIMAKOWYCH

Streszczenie. W artykule omówiono istotniejsze problemy konstrukcji zarysu ostrza freza ślimakowego składanego z 4-krotnie odwracalnymi płytkami skrawającymi wykonanymi z węglików spiekanych.

1. WSTĘP

W dziedzinie frezowania obwiedniowego uzębień istotny postęp może być dokonany przez zastosowanie na ostrza narzędzi węglików spiekanych lub spieków ceramicznych zamiast dotychczas powszechnie używanych stali szybkoobrotowych. Narzuca to jednak potrzebę stworzenia nowych konstrukcji frezów ślimakowych, najlepiej składanych [1,2,3], które uwzględniając specyfikę tych materiałów, a szczególnie ich skłonność do wykruszeń i pęknięć, dawałyby możliwość wymiany pojedynczych, zużytych płytek.

Ukształtowanie ostrzy freza w postaci płytek wielokrotnie odwracalnych umożliwiłoby ponadto pełniejsze wykorzystanie drogiego materiału narzędziowego. Zastosowanie tak pomyślanych płytek na ostrza frezów ślimakowych wymaga jednak zaprojektowania odpowiedniego ich zarysu oraz przeanalizowania zagadnień związanych z zamiennością i sposobem ustalania ich w korpusie.

2. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE FREZA ŚLIMAKOWEGO SKŁADANEGO O OSTRZACH ODWRACALNYCH

Przy konstruowaniu wszystkich elementów freza składanego, a szczególnie płytek skrawających, należy dążyć nie tylko do maksymalnego wykorzystania w pracy drogiego materiału narzędziowego, ale także do zapewnienia prostej technologii wykonania, montażu i regeneracji narzędzia.

W związku z powyższym frez składany powinien posiadać:

- ostrza w postaci pojedynczych, wielokrotnie odwracalnych i ewentualnie regenerowanych płytek,
- rowki wiórowe proste, równoległe do osi freza jako najłatwiejsze w wykonaniu [4,7],

- płytki skrawające usytuowane lub ukształtowane w sposób zapewniający wymagany kąt natarcia (dla węglików spiekanych - ujemny) [4,7],
- zarys płytek skrawających symetryczny z uwagi na uproszczenie obróbki i ostrzenia w pakietach.

3. METODYKA OKREŚLANIA ZARYSU BOCZNYCH KRAWĘDZI SKRAWAJĄCYCH WYMIENNYCH OSTRZY FREZA SKŁADANEGO

Zarys bocznych krawędzi skrawających ostrzy freza ślimakowego na jego powierzchni natarcia znajduje się jako linię przecięcia powierzchni śrubowych ślimaka podstawowego oraz powierzchni natarcia. Wiadomo, że teoretycznie najwłaściwszym ślimakiem podstawowym freza obwiedniowego do użębień ewolwentowych jest ślimak ewolwentowy [5,6], którego powierzchnie śrubowe można określić zależnością:

$$x = o_1 n + o_2 m + o_3 \frac{S \sqrt{y^2 + z^2 - r_z^2}}{2 \pi r_z} + \quad (1)$$

$$+ o_4 \frac{S}{360^\circ} \arcsin \left(\frac{x \cdot r_z - y \sqrt{y^2 + z^2 - r_z^2}}{y^2 + z^2} \right) + o_5 \frac{S}{180^\circ} \arccos \left(\frac{r_z}{\sqrt{y^2 + z^2}} \right)$$

gdzie:

$$m = S \frac{\sqrt{r_p^2 - r_z^2}}{2 r_z} + \left(\frac{g_0}{2} \right)$$

$$n = 2 m - \frac{S}{180^\circ} \arccos \left(\frac{r_z}{r_p} \right)$$

o_1, o_2, o_3, o_4, o_5 - przyjmują wartości zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1

Kierunek zwojów ślimaka	Strona zwoju	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o'_1	o'_2	o'_3	o'_4	o'_5
prawy	prawa	0	-1	1	1	0	-1	1	-1	-1	1
	lewa	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1
lewy	prawa	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1
	lewa	0	1	-1	-1	0	1	-1	+1	-1	-1

- r_z - promień walca zasadniczego ślimaka ewolwentowego
- r_p - promień walca podziałowego freza
- S - skok linii śrubowej zwojów freza
- ξ_0 - grubość zęba freza w przekroju osiowym
- x, y, z - współrzędne dowolnego punktu powierzchni śrubowej ślimaka ewolwentowego (oś x pokrywa się z osią freza, a osie y i z mają kierunek promieniowy i są wzajemnie prostopadłe, przy czym oś z przechodzi przez punkt dzielący wymiar ξ_0 na połowę).

W tym samym układzie współrzędnych płaska powierzchnia natarcia wyraża się równaniem:

$$-y \sin(\psi_p - \varphi_p) + z \cos(\psi_p - \varphi_p) = r_p \sin \varphi_p; \quad (2)$$

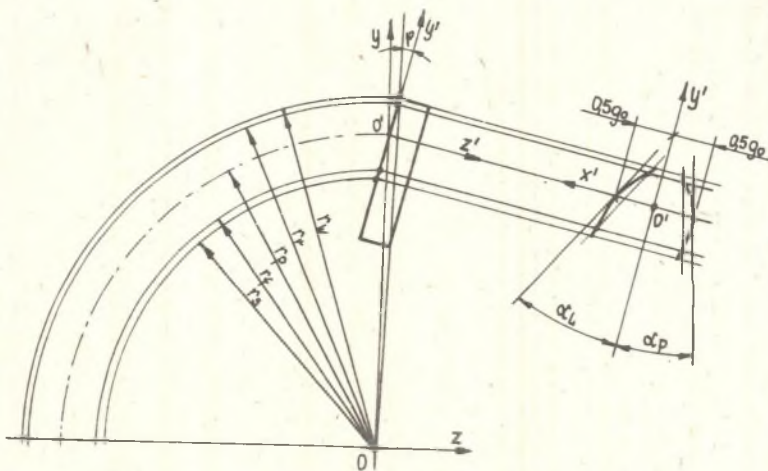
gdzie:

$$\varphi_p = \arcsin \left(\frac{r_w \sin \varphi}{r_p} \right)$$

$$\psi_p = \arccos \left(\frac{r_z}{r_p} \right)$$

φ - kąt natarcia określony na średnicy zewnętrznej freza

r_w - promień zewnętrzny freza.



Rys. 1

Rozwiązując układ równań (1) i (2) i przechodząc do układu x', y', z' zorientowanego jak na rys.1, otrzymuje się równania linii przecięcia powierzchni śrubowej ślimaka powierzchnią natarcia:

$$\begin{cases} x' = c_1' m + c_2' [(\psi_p + c_3' \varphi_p) - (\psi_x + c_4' \varphi_x)] \frac{s}{360^\circ} + c_5' k_x \\ y' = r_x \cos \varphi_x - r_p \cos \varphi_p, \\ z' = 0 \end{cases} \quad (3)$$

gdzie:

$$\psi_{p,x} = \arccos\left(\frac{r_z}{r_{p,x}}\right)$$

$$\varphi_{p,x} = \arcsin\left(\frac{r_w \sin \varphi}{r_{p,x}}\right)$$

$$k_x = S \sqrt{\frac{r_x^2 - r_z^2}{2r_x r_z}}$$

r_x - odległość rozważanego punktu zarysu od osi freza

$c_1', c_2', c_3', c_4', c_5'$ - przyjmują wartości zgodnie z tabelą 1.

Analiza zależności (3) wykazuje, że linie przecięcia powierzchni śrubowych prawej i lewej strony zwoju ślimaka ewolwentowego płaszczyzną natarcia są liniami krzywymi i niesymetrycznymi. Wykonanie płytek skrawających o zarysie krzywoliniowym jest trudne technologicznie. Znacznie łatwiej i dokładniej można wykonać płytki o zastępczym prostoliniowym zarysie bocznych krawędzi skrawających, możliwie najbardziej zbliżonym do zarysu teoretycznego.

Boczne krawędzie zarysu zastępczego wyznacza się prowadząc linie proste przez skrajne punkty teoretycznego zarysu ostrza freza. Linie te przesuwają się następnie równolegle, przenosząc je do punktów teoretycznego zarysu, znajdujących się na walcu podziałowym freza (rys. 1). W efekcie ostrza freza o zarysie zastępczym mają właściwą grubość, a ich prostoliniowe boczne krawędzie skrawające nieznacznie odbiegają od zarysu teoretycznego, opartego na ślimaku ewolwentowym (np. dla freza 3-krotnego o module 2, średnicy 130 mm i kącie $\varphi = -15^\circ$, odchylenia te nie przekraczają 2 μm).

Kąty pochylenia bocznych krawędzi skrawających ostrzy freza z zarysem zastępczym oblicza się z zależności:

$$\alpha_{L,P} = \arctg \left(\frac{x_2' - x_1'}{y_2' - y_1'} \right), \quad (4)$$

gdzie:

x_1', y_1' - współrzędne punktu zarysu teoretycznego, w którym przecina się on z walcem o promieniu r_x , równym odległości początku protuberancji lub początku krzywizny naroża ostrza od osi freza,

x_2', y_2' - współrzędne punktu zarysu teoretycznego, w którym przecina się on z walcem o promieniu r_f , równym odległości początku sfazowania stopy freza od jego osi.

Kąty zarysu bocznych krawędzi skrawających, obliczone wg zależności (4) są różne dla lewej i prawej krawędzi (dla freza 3-krotnego o module 2, średnicy 130 mm i kącie $\varphi = -15^\circ$ wynoszą one odpowiednio $\alpha_L = 19^\circ 59' 54''$ i $\alpha_P = 18^\circ 41' 38''$).

Asymetria ta nie gwarantuje wielokrotnej odwracalności płytek skrawających.

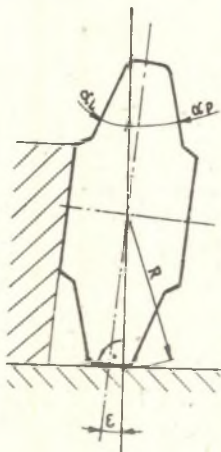
4. ZAGADNIENIE ODWRACALNOŚCI PŁYTEK

W celu zapewnienia odwracalności płytek oraz uproszczenia operacji szlifowania ich zarysu celowe jest, aby płytki skrawające freza miały zarys symetryczny. Kąt zarysu takich płytek powinien być zatem równy średniej arytmetycznej kątów zarysu lewej i prawej krawędzi skrawającej freza, określonych z zależności (4).

Zakładając, że płytki wymienne mają być prostopadłościennie, 4-krotnie odwracalne, konieczne staje się ich pochyłe ustawienie względem dna rowka w korpusie freza. Kąt pochylenia ϵ osi symetrii płytek względem normalnej do dna rowka będzie równy połowie różnicy kątów zarysu obu krawędzi skrawających.

W celu uniknięcia krawędziowego dolegania pochylonych płytek do dna rowka w korpusie narzędzia oraz dla ułatwienia pomiaru bicia promieniowego freza w złożeniu należy wykonywać głowy płytek jako powierzchnie walcowe.

Zarys płytki uwzględniający wyższe wymagania przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2

5. MOŻLIWOŚCI MODYFIKACJI KRAWĘDZI SKRAWAJĄCYCH OSTRZY FREZA ŚLIMAKOWEGO SKŁADANEGO

Modyfikacja krawędzi skrawających ostrzy frezów ślimakowych najczęściej prowadzona jest ze względu na:

- wymagany, modyfikowany zarys zęba koła obrabianego,
- odpowiednie ukształtowanie naddatku na zębach koła wykańczonego wiórkowaniem lub szlifowaniem,
- uzyskanie bardziej równomiernego obciążenia ostrzy freza ślimakowego,
- podział wióra ułatwiający jego zwijanie i spływ.

Wprowadzenie dowolnej modyfikacji jest najłatwiejsze dla indywidualnie wymieniających ostrzy freza, ponieważ szlifowanie ich zarysu odbywa się poza korpusem narzędzia odpowiednio profilowaną ściernicą o stosunkowo dużej średnicy.

6. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że zastosowanie we frezach ślimakowych składanych ostrzy w postaci oddzielnych, odwracalnych płytek jest możliwe. Proponowany kształt płytek daje możliwość dowolnego kształtowania i modyfikacji zarysu, zapewnia prawidłowe promieniowe ich ustalenie w korpusie oraz umożliwia ewentualne szlifowanie regeneracyjne powierzchni przyłożenia.

LITERATURA

- [1] ASTAFIEWA G.A., GADATIELIEW A.A.: Nowyje konstrukcji sbornogo zuberieznowo instrumenta. Stanki i Instrument Nr 3/1974.
- [2] HOFFMEISTER B.: Walzfräsen mit Hartmetall. Industrie Anzeiger. Nr 14/1972.
- [3] SAWICKI S.: Motywy i problemy podjęcia produkcji frezów ślimakowych składanych. Biuletyn Informacyjny Przemysłu Obrabiarkowego i Narzędziowego Nr 3/1977.
- [4] ZACHARENKO I.P., MOISEENKO O.I.: Twerdosplawnyje ozerwiaznyje frezy. Awtomobilnaja Promyszlennost Nr 6/1969.
- [5] ROMANOW W.F.: Narzędzia skrawające do uzębień. WNT, Warszawa 1972.
- [6] KUNSTETTER S.: Narzędzia skrawające do metali. WNT, Warszawa 1973.
- [7] Katalogi i prospekty firmowe: Fette, Azumi.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТИМЫХ ПЛИТОК
В ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗАХ

Р е з ю м е

В статье описаны более важные вопросы, касающиеся конструкции режущей кромки червячной составной фрезы с использованием четырехкратно поворачиваемых режущих плиток изготовленных из твердых сплавов.

THE GEOMETRIC ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES
OF EMPLOYMENT OF REVERSIBLE BLADES IN BUILT-UP HOBBS

S u m m a r y

The most essential problems of the built-up hob tool point shape employing the 4-times reversible cemented carbides' blades are discussed.