

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247472 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439890**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.17**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.19 BUP 25/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.07.07 WUP 27/2025**

(51) MKP:

B23C 5/10 (2006.01)

B23C 5/04 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**SEGER CUTTING TOOLS OZGA
MIKUSZEWSKI SPÓŁKA JAWNA,
Wiśniowa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**JACEK GONET, Korczyna, PL
RAFAŁ DĘTKOŚ, Lubla, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Paweł Lechowicz, Wrocanka, PL

(54) Tytuł:

Frez palcowy walcowo-czołowy

PL 247472 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest frez palcowy walcowo-czołowy, będący wielostrzowym narzędziem skrawającym o ruchu obrotowym, służącym do obróbki powierzchni płaskich i kształtowych przedmiotów metalowych, mający zastosowanie w obróbce aluminium i jego stopów.

Znany jest ze zgłoszenia patentowego P.310653 frez walcowo-czołowy do obróbki metali, który ma dwie lub więcej głównych krawędzi skrawających. Przegrody pomiędzy głównymi krawędziami skrawającymi obwodowo wokół osi obrotu freza są zróżnicowane. Maksymalna wartość kątowa przegrody jest określona wzorem: $\omega_n = (360 - \sigma)z$, gdzie ω_n jest kątem przegrody, σ jest wartością stałą, która nie powinna przekraczać 90° , a „z” stanowi liczbę głównych krawędzi skrawających. Jednakże, najmniejsza różnica pomiędzy przynajmniej dwoma kątami przegrodowymi nie powinna być mniejsza niż $4^\circ/z$. Poprzez tę zróżnicowaną przegrodę, w znacznym stopniu eliminuje się wibracje, które czasami mają miejsce w znanych frezach walcowo-czołowych.

Z kolei w opisie patentowym PL.217266 znajdujemy opis frezu palcowego walcowo-czołowego z co najmniej czterema ostrzami na czole, z których dwa ostrza mają krawędzie skrawające schodzące się w osi freza i leżą w płaszczyźnie przechodzącej przez tę oś. Wszystkie pozostałe ostrza mają krawędzie skrawające, które nie dochodzą do środka freza, lecz kończą się w odległości wynikającej z wymiarów wiórowego rowka, usytuowanego pomiędzy kolejnymi ostrzami. Frez według opisu charakteryzuje się tym, że rowek wiórowy w przekroju poprzecznym ma kształt odcinka linii prostej, stycznej do płaszczyzny natarcia, przechodzącej w łuk o określonym promieniu i kącie zawartym w granicach 85° – 95° przechodzącym dalej, stycznie do tego łuku, w odcinek linii prostej, natomiast dno rowka wiórowego, w przekroju wzdłużnym, poprowadzone jest po tworzącej (ABCD), stanowiącej odcinek (AB) linii prostej, tworzącej z osią pionową freza kąt zawarty w granicach 60° – 80° , który przechodzi stycznie w łuk (BC) o promieniu R2 i kącie środkowym zawartym w granicach 15° – 25° , który dalej przechodzi w odcinek (CD) linii prostej. Powierzchnia rowka jest gładka i polerowana.

Znany jest również trzyścienny frez czołowy do obróbki aluminium według opisu patentowego CN104339006. Przedstawiony wynalazek składa się z uchwytu i głowicy nożowej, która to głowica jest wyposażona w trzy boczne krawędzie tnące i trzy odpowiadające im krawędzie końcowe. Boczne krawędzie tnące mają kształt śrubowy, kąt śrubowy każdej z bocznych krawędzi tnących wynosi 55 stopni, a spiralna szczelina odprowadzająca wióry jest umieszczona między sąsiednimi dwiema bocznymi krawędziami, zaś pierwszy kąt przyłożenia, drugi kąt przyłożenia i przedni kąt każdej z krawędzi końcowych wynoszą odpowiednio 6° , 15° i 9° . Powierzchnia głowicy tnącej pokryta jest powłoką z azotku tytanowo-aluminiowego. Średnica d pręta tnącego wynosi 6–20 mm, a długość osiowa L1 głowicy tnącej wynosi 8–50 mm. Całkowita długość L frezu dla aluminium wynosi 50–100 mm.

Z kolei w opisie patentowym WO/2017/099682 przedstawiono wynalazek, który stanowi monolityczny zestaw frezów i może on być wykonany z ceramiki i/lub innych materiałów o wysokiej wytrzymałości i zawiera część trzpienia wzdłuż osi wzdłużnej i część tnącą, posiadającą: średnicę cięcia w zakresie od 2 do 20 mm, co najmniej jedną krawędź skrawającą na części ostrza, co najmniej jeden kąt linii śrubowej, mający krawędź tnącą. Średnica rdzenia jest min. 0,7 razy większa niż średnica tnąca. Ponadto frez ma szeroki przedział kąta helisy i dodatni kąt natarcia. Frez jest pokryty powłoką TiAlN z azotku tytanu glinu, wykonaną metodą powlekania PVD w celu przedłużenia żywotności zestawu frezów.

W innym rozwiązaniu według zgłoszenia patentowego P.431976 frez walcowo-czołowy posiadający chwyt i część roboczą, na której nałożona jest powłoka PVD nakładana w technologii filtrowanego łuku elektrycznego, charakteryzuje się tym, że w części roboczej znajduje się co najmniej pięć skrawających ostrzy oraz wiórowe rowki o zmiennej objętości. Ostrza frezu rozmieszczone są ze zmiennym rozstawem wokół osi frezu, która to różnica zawiera się w przedziale od $+7^\circ$ do -6° mierzonym w płaszczyźnie przechodzącej przez ostrze na obwodzie frezu i prostopadłej do jego osi obrotu. Promień w ich dnie przechodzący stycznie do powierzchni natarcia, mieści się w przedziale 8–12% średnicy części roboczej frezu, natomiast kąt natarcia wiórowego rowka wynosi 11° – 15° , a głębokość wiórowych rowków wynosi od 16%–21% średnicy części roboczej. Wartość kąta skręcenia rowków wiórowych jest w zakresie kąta wynoszącego 39° – 42° , a szerokość zęba w granicach 16%–20% średnicy roboczej frezu, przy kierunku skręcenia spirali wiórowych rowków w prawo, natomiast obwód narzędzia stanowią powierzchnie przyłożenia wykonane jako dwuściennowe, w których kąt zawarty pomiędzy płaszczyznami przyłożenia a płaszczyzną przechodzącą stycznie do ostrza usytuowanego na obwodzie frezu, mierzony w płaszczyźnie prostopadłej do osi frezu, wynosi odpowiednio dla płaszczyzny przyłożenia 3° – 8° oraz

dla drugiej płaszczyzny przyłożenia 18° – 24° . Szerokość powierzchni przyłożenia mierzona w płaszczyźnie przechodzącej przez ostrze, prostopadłej do osi narzędzia wynosi 0,7%–1,2% średnicy części roboczej frezu.

W opisie patentowym PL.230945, przedstawiony został frez walcowo-czołowy posiadający chwyt i część roboczą, w której znajdują się co najmniej cztery ostrza oraz rowki wiórowe o zmiennej głębokości. Charakteryzuje się on tym, że ostrza frezu wykonane są parami, a ich podział zawiera się w przedziale 3° – 5° , natomiast rozmieszczone pomiędzy ostrzami wiórowe rowki składają się z części przebiegającej przez całą długość części roboczej i mają głębokość odpowiadającą 15% średnicy części roboczej frezu oraz z części przebiegającej od czoła na długości odpowiadającej wielkości średnicy części roboczej frezu i mają głębokość odpowiadającą 20% średnicy części roboczej frezu. Promień styczny do powierzchni natarcia, umiejscowiony w części wiórowych rowków, zawiera się w przedziale pomiędzy 13%–16% wielkości średnicy części roboczej, zaś promień będący stycznym do powierzchni natarcia, umiejscowiony w części wiórowych rowków, zawiera się w przedziale pomiędzy 8%–10% wielkości średnicy części roboczej, natomiast kąt leżący w płaszczyźnie prostopadłej do linii śrubowej ostrza, zawarty pomiędzy płaszczyzną prostopadłą do osi frezu, będącą styczną do linii śrubowej przechodzącą przez ostrze, a powierzchnią natarcia, zawiera się w przedziale od 7° do 10° .

Przykładowe powyższe rozwiązania są skomplikowane w budowie oraz kosztowne w produkcji. Liczne mikro drgania występujące przy obróbce aluminium powodują złą jakość powierzchni obrabianej i szybsze zużycie narzędzia. Ponadto, część z wyżej wymienionych frezów jest słabo wydajna w obróbce aluminium, gdyż szybko następuje ich tępienie a nagrzanie powoduje przyklejanie się narostów, przez co ich żywotność jest znacznie krótsza, co generuje zwiększenie kosztów obróbki.

Celem wynalazku jest stworzenie prostej konstrukcji frezu, który pozwoli obrabiać części wykonywane z aluminium oraz jego stopów z dużą produktywnością przy zachowaniu optymalnej trwałości krawędzi ostrza, która jest niezbędna dla utrzymania stabilnych warunków procesu frezowania. Ponadto, dzięki innowacyjnej konstrukcji frezu, będzie on nadawał się do obróbki innych materiałów charakteryzujących się dużym współczynnikiem rozszerzalności cieplnej oraz wysokiej plastyczności, a obrobiona powierzchnia będzie mieć optymalne parametry.

Cel ten osiągnięto w rozwiązaniu według wynalazku, w którym frez walcowo-czołowy posiadający co najmniej dwa ostrza skrawające oraz rowki wiórowe o zmiennej objętości, charakteryzuje się tym, że ostrza frezu rozmieszczone są ze zmiennym rozstawem wokół osi frezu, która to różnica zawiera się w przedziale od -10° do $+6^{\circ}$, a kąt natarcia (β) rowka wiórowego wynosi 9° – 12° , a głębokość rowków wiórowych (4) wynosi od 22–27% średnicy części roboczej frezu, przy czym wartość kąta skręcenia rowków wiórowych jest w zakresie 37° – 41° , a szerokość ostrza wynosi 16–21% średnicy roboczej frezu, zaś obwód frezu stanowią powierzchnie wykonane jako trzyścińowe, w których kąt zawarty pomiędzy płaszczyznami przyłożenia I, II i III a płaszczyzną przechodzącą stycznie do ostrza usytuowanego na obwodzie frezu, mierzony w płaszczyźnie prostopadłej do osi frezu, wynosi odpowiednio dla płaszczyzny przyłożenia I 1° – 3° , dla płaszczyzny przyłożenia II 9° – 12° , dla płaszczyzny przyłożenia III 22° – 25° , zaś szerokość powierzchni przyłożenia mierzona w płaszczyźnie przechodzącej przez ostrze, prostopadłej do osi frezu wynosi odpowiednio dla płaszczyzny przyłożenia I 0,7–1,3% średnicy frezu, zaś dla płaszczyzny przyłożenia II 6–8% średnicy frezu.

Korzystnie, gdy frez walcowo-czołowy ma diamentową powłokę CVD obrobioną wiązką lasera, a zaokrąglenie krawędzi ostrza wynosi 2–6 μm .

Zaletą takiego rozwiązania jest prosta i niezawodna konstrukcja frezu, dzięki której możliwe będzie obrabianie części wykonywanych z aluminium oraz jego stopów z dużą produktywnością przy zachowaniu optymalnej trwałości krawędzi ostrza. Dzięki takiej konstrukcji, zapewnione zostają stabilne warunki procesu frezowania. Ponadto, dzięki innowacyjnej konstrukcji frezu, nadaje się on do obróbki innych materiałów charakteryzujących się dużym współczynnikiem rozszerzalności cieplnej oraz wysokiej plastyczności. Uzyskana powierzchnia oraz geometria narzędzia, wykazuje niższe tarcie pomiędzy powierzchnią narzędzia a materiałem obrabianym co sprzyja zwiększeniu trwałości ostrza narzędzia oraz wpływa na zwiększenie parametrów obróbki, które to parametry przekładają się bezpośrednio na produktywność procesu skrawania. Zastosowanie powłoki ochronnej CVD pozwala na zmniejszenie zużycia frezu i zwiększenie prędkości skrawania. Narzędzie wykonane według nowo opracowanej geometrii pozwala z powodzeniem obrabiać aluminium i jego stopy o zróżnicowanej zawartości krzemu z wysoką produktywnością przy zachowaniu zadowalającej klasy powierzchni obrabianej.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania uwidoczniiony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok boczny frezu palcowego, fig. 2 przedstawia widok części roboczej, fig. 3 przedstawia przekrój poprzeczny w miejscu rowka wiórowego i opisano poniżej.

Frez walcowo-czołowy został wykonany z wałka o średnicy $\varnothing 10$ i długości 73 mm. Gatunek wałka, jaki został użyty do wykonania frezu to węgiel spiekany K6UF. Proces produkcyjny jest w pełni zautomatyzowany i wykonywany na szlifierkach CNC. Frez **1** jest podzielony na dwie strefy. Pierwsza to część chwytka za którą frez **1** mocowany jest w obrabiarce oraz część robocza **5** odpowiedzialna za proces skrawania. Kierunek skrócenia spirali rowków wiórowych **4** a tym samym kierunek obrotu frezu **1** podczas pracy jest prawy. Część robocza **5** posiada trzy ostrza **2**, które posiadają nieregularny podział. Pomiędzy ostrzami **2** znajdują się rowki wiórowe **4** o zmiennej objętości. Różnica w podziale ostrzy **2** wynosi odpowiednio pomiędzy ostrzami **2a–2b** 124° , pomiędzy ostrzami **2b–2c** 110° , z kolei pomiędzy ostrzami **2c–2a** 126° i jest ona mierzona w płaszczyźnie **S** przechodzącej przez ostrze **2** na obwodzie frezu **1**. Promień w ich dnie przechodzi stycznie do powierzchni natarcia **3** i wynosi 17% średnicy części roboczej frezu **1**. Kąt natarcia β rowka wiórowego **4** wynosi 10° , a jego głębokość wynosi 25% średnicy części roboczej **5**. W przypadku wykonanego frezu **1** wartość kąta α skrócenia rowków wiórowych **4** jest stała i wynosi 38° , a szerokość ostrza **2** wynosi 1,8 mm co stanowi 18% średnicy roboczej **5** frezu **1**.

Na obwodzie narzędzia znajdują się powierzchnie przyłożenia **8**, **9**, **10** wykonane jako trzyścińnowe, a kąt γ zawarty pomiędzy płaszczyznami przyłożenia I **8**, II **9** i III **10** mierzony w płaszczyźnie C będącej przecięciem ostrza **2** i przechodzącej przez nie prostopadle do osi obrotu narzędzia **1**, pomiędzy płaszczyznami odpowiednio I **8**, II **9** i III **10** a styczną do powierzchni cylindrycznej będącej ograniczoną przez średnicę części roboczej **5** frezu **1** wynosi odpowiednio dla płaszczyzny przyłożenia I **8** $\gamma_1 = 2^\circ$, dla płaszczyzny przyłożenia II **9** $\gamma_2 = 10^\circ$, oraz dla płaszczyzny przyłożenia III **10** $\gamma_3 = 24^\circ$. Szerokość powierzchni przyłożenia mierzona w płaszczyźnie przechodzącej przez ostrze **2**, prostopadłej do osi narzędzia wynosi odpowiednio dla powierzchni przyłożenia I **8** 1%, zaś dla II powierzchni przyłożenia **9** szerokość wynosi 7% średnicy części roboczej **5** frezu **1**. Część robocza **5** frezu **1** została pokryta powłoką diamentową CCDia, którą nałożono przy użyciu technologii CVD. Z uwagi na wysoką odporność na utlenianie i twardość wybrano powłokę nakładaną w technologii HIPIMS, która charakteryzuje się najwyższą gładkością w stosunku do standardowych powłok CVD. Przed obróbką właściwą zastosowano chemiczne i jonowe oczyszczenie powierzchni.

Przedmiot według wynalazku może być stosowany w obróbce części stosowanych w przemyśle lotniczym, mechanicznym, a także przemyśle motoryzacyjnym. Frez walcowo-czołowy według wynalazku nadaje się również do obróbki także innych materiałów charakteryzujących się dużym współczynnikiem rozszerzalności cieplnej oraz wysoką plastycznością.

Zastrzeżenia patentowe

1. Frez walcowo-czołowy posiadający co najmniej dwa ostrza skrawające oraz rowki wiórowe o zmiennej objętości **znamienny tym**, że ostrza **(2)** frezu **(1)** rozmieszczone są ze zmiennym rozstawem wokół osi frezu **(1)**, która to różnica zawiera się w przedziale od -10° do $+6^\circ$, a kąt natarcia (β) rowka wiórowego **(4)** wynosi $9-12^\circ$, a głębokość rowków wiórowych **(4)** wynosi od 22–27% średnicy części roboczej **(5)** frezu **(1)**, przy czym wartość kąta skrócenia rowków wiórowych **(4)** jest w zakresie $37-41^\circ$, a szerokość ostrza **(2)** wynosi 16%–21% średnicy roboczej frezu **(1)**, zaś obwód frezu **(1)** stanowią powierzchnie przyłożenia **(8)**, **(9)**, **(10)** wykonane jako trzyścińnowe, w których kąt zawarty pomiędzy płaszczyznami przyłożenia I **(8)**, II **(9)** i III **(10)** a płaszczyzną **(11)** przechodzącą stycznie do ostrza **(2)** usytuowanego na obwodzie frezu **(1)**, mierzony w płaszczyźnie prostopadłej do osi frezu **(1)**, wynosi odpowiednio dla płaszczyzny przyłożenia I **(8)** $1-3^\circ$, dla płaszczyzny przyłożenia II **(9)** $9-12^\circ$, dla płaszczyzny przyłożenia III **(10)** $22-25^\circ$, zaś szerokość powierzchni przyłożenia **(8)**, **(9)**, **(10)** mierzona w płaszczyźnie przechodzącej przez ostrze **(2)**, prostopadłej do osi frezu **(1)** wynosi odpowiednio dla płaszczyzny przyłożenia I **(8)** 0,7–1,3% średnicy frezu **(1)**, zaś dla płaszczyzny przyłożenia II **(9)** 6–8% średnicy frezu **(1)**.
2. Frez walcowo-czołowy według zastrz. 1 **znamienny tym**, że powierzchnia robocza **(5)** frezu **(1)** ma diamentową powłokę CVD obrobioną wiązką lasera, a zaokrąglenie krawędzi ostrza **(2)** wynosi 2–6 μm .

Rysunki

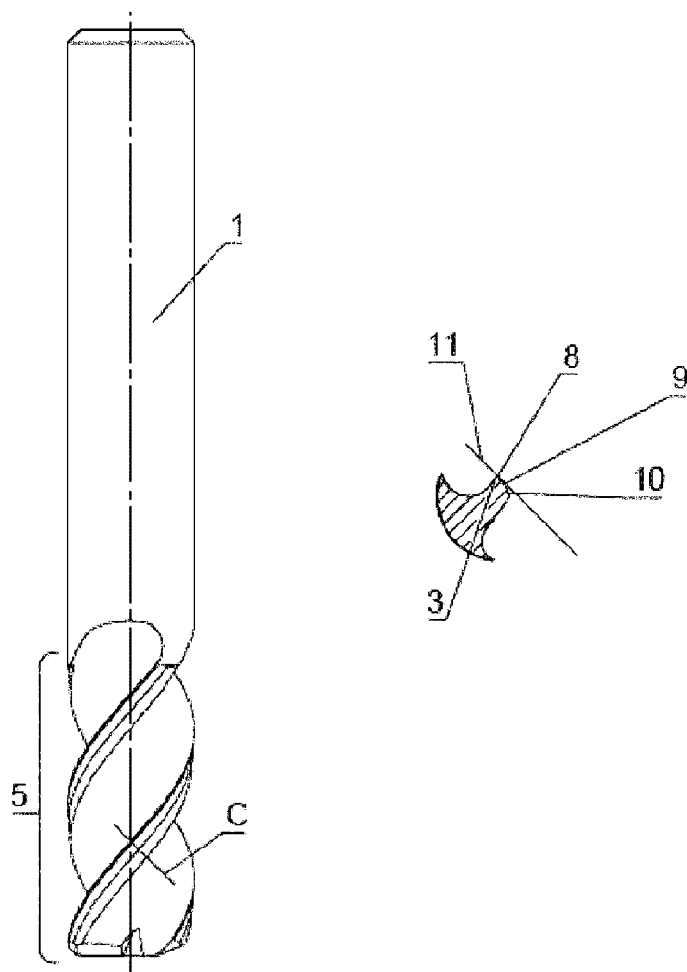


Fig.1

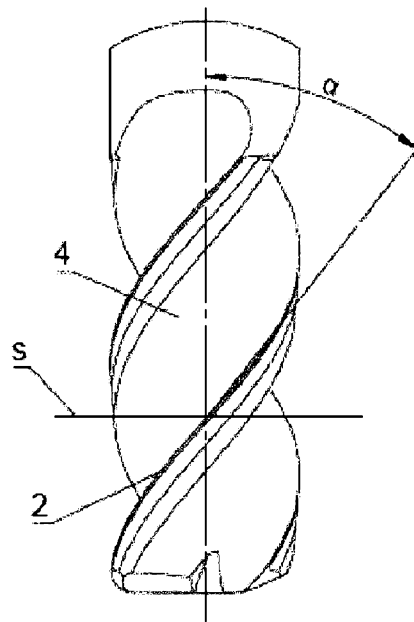


Fig. 2

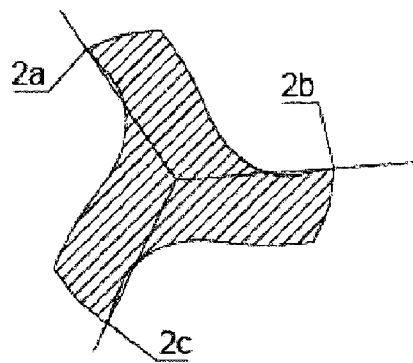


Fig. 3