

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244729 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440484**

(22) Data zgłoszenia: **2022.02.27**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.08.28 BUP 35/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.26 WUP 09/2024**

(51) MKP:

B24B 3/02 (2006.01)

B23C 5/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO
ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL
PODKARPACKIE CENTRUM INNOWACJI
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
**MARCIN SAŁATA, Rzeszów, PL
ŁUKASZ ŻYŁKA, Rzeszów, PL
ANNA BAZAN, Rzeszów, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Henryk Pisiński, Rzeszów, PL

(54) Tytuł:

**Sposób szlifowania prostych rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy
z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych**

PL 244729 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób szlifowania prostych rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych.

Proces szlifowania jest jedną z metod wytwarzania narzędzi skrawających typu frezy. Wytwarzanie frezów polega w głównej mierze na kształtowaniu rowków wiórowych, które mogą być ukształtowane równoległe do osi frezu – nazywane są wtedy rowkami prostymi. Standardowy proces wytwarzania rowków wiórowych polega na ich wieloetapowym szlifowaniu. Oznacza to, że rowek wiórowy jest szlifowany w kilku a nawet kilkunastu przejściach ściernicy. Za każdym razem ściernica usuwa tylko niewielką część materiału. Proces taki jest bardzo czasochłonny. Duża liczba przejść ściernicy powoduje, że szlifowanie rowków wiórowych trwa bardzo długo. Ponadto ostatnim przejściem jest przejście wykończeniowe, którego zadaniem jest ukształtowanie finalnych parametrów jakościowych szlifowanej powierzchni rowka. W stanie techniki znane są sposoby szlifowania narzędzi skrawających typu frezy przedstawione poniżej.

Z opisu wynalazku US 6431962 B1 znana jest specjalna ściernica do wytwarzania rowków wiórowych narzędzi skrawających, która ma rowek i żłobek z obrzeżem zgodnym z kątem linii śrubowej oraz sposób stosowania takiej ściernicy. Dodatkowo w wynalazku ujawniono rolkę do obciążania takiej ściernicy. Jest to ściernica do obróbki kształtowej.

Z opisu zgłoszeniowego CN 105252348 A znana jest technologia szlifowania. Parametry technologiczne, takie jak prędkość ściernicy, głębokość szlifowania itp. są tak dobrane, że uzyskuje się wysokiej jakości szlifowanie. Technologia szlifowania obejmuje etapy wykonywania obróbki zgrubej przedmiotu; parametry technologiczne szlifowania dobierane są zgodnie z wymaganiami jakości części; prowadzone jest odłuszczenie chemiczne; prowadzone jest mycie falami ultradźwiękowymi; i wykonywana jest obróbka wykańczająca. Według parametrów technologicznych szlifowania ściernica wykonana jest ze sztucznego diamentu, średnica ściernicy 400–450 mm, szerokość ściernicy 7 mm, prędkość liniowa ściernicy 180–250 m/s, prędkość posuwu stołu roboczego wynosi 1–2 m/min, a głębokość szlifowania 0,12–0,34 mm. Odłuszczenie przeprowadza się poprzez czyszczenie ultradźwiękowe, emulsję środka powierzchniowo czynnego przyjmuje się jako roztwór, temperatura roztworu wynosi 80°C, a czas 5 min. W zależności od technologii szlifowania można obrabiać stal węglową lub stop tytanu, ponieważ prędkość ściernicy jest bardzo duża, można wydłużyć żywotność ściernicy, zmniejszyć chropowatość powierzchni obrabianej części, a wydajność obróbki można poprawić.

Z opisu zgłoszeniowego EP 3736071 A1 znany jest pełen frez walcowo-czołowy, który może się obracać wokół centralnej osi obrotu (R), który ma część tnącą i część chwytową. Część tnąca zawiera wiele rowków z obwodowymi krawędziami tnącymi utworzonymi pomiędzy powiązаныmi powierzchniami natarcia i powierzchniami luzu. Obwodowa krawędź skrawająca, w widoku prostokątnym do centralnej osi obrotu (R) i w kierunku powierzchni przyłożenia, przebiega pod liniowym i stałym kątem nachylenia osi θ w zakresie $5^\circ \leq \theta \leq 15^\circ$ względem centralnej osi obrotu (R). Liniowy i stały kąt nachylenia osi w tym zakresie ułatwia obróbkę/szlifowanie powierzchni natarcia, w szczególności operację szlifowania, która zapewnia dodatnie promieniowe kąty natarcia na całym przedłużeniu obwodowej krawędzi skrawającej. W ten sposób ściernica może być ustawiana z liniowym i stałym kątem pochylenia osiowego w zakresie $5^\circ \leq \theta \leq 15^\circ$, a następnie przechylana w celu szlifowania dodatnich promieniowych kątów natarcia na całym przedłużeniu obwodowej krawędzi skrawającej w jednym pojedynczym przejściu – jednoprzeciściowo.

Z opisu zgłoszeniowego CN 107457438 A znany jest sposób budowy modelu matematycznego parametryzacji powierzchni natarcia powierzchni obwodowej frezu walcowo-czołowego. W ujawnionym sposobie oś ściernicy pokrywa się z osią z_1 , oś frezarki palcowej pokrywa się z osią z , odległość między osią z_1 a osią z wynosi A. Kąt między osią z a osią z_1 jest zawsze równy β , który to kąt jest kątem spirali narzędzia. Dynamiczny układ współrzędnych $o_1-x_1y_1z_1$ obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara wokół osi z . Kierunek osi z wykonuje ruch liniowy; w czasie t , oś x_1 względem początkowego kąta obrotu pozycji wynosi φ , a oś x_1 i oś x przemieszczają się wzdłuż kierunku osi z jako $s(\varphi)$.

Przedstawione powyżej oraz inne znane sposoby szlifowania prostych rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych nie pozwalają na wykonywanie frezów metodą szlifowania jednoprzeciściowego. Węgiel spiekany o strukturze ultradrobnoziarnistej jest materiałem stosunkowo nowym i trudnym w szlifowaniu. Materiał ten charakteryzuje wielkość ziarna węglkowego w zakresie od 0,2 do 0,5 μm . Powoduje to, że stopień zagęszczenia węgla jest bardzo duży. Skutkuje to jednoczesnym wzrostem wytrzymałości na zginanie, a także twardości węgla. Cechy

te powodują, że szlifowanie takich węglików jest trudne w realizacji. Metoda szlifowania jednoprzęściowego jest znana w zastosowaniu do procesów szlifowania, takich jak szlifowanie wałków, szlifowanie otworów czy szlifowanie płaszczyzn. Nie zastosowano do tej pory szlifowania jednoprzęściowego w odniesieniu do rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych. Podejmowane próby szlifowania jednoprzęściowego skutkowały paleniem ściernicy oraz/lub łamaniem szlifowanych frezów.

Sposób szlifowania prostych rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych o wielkości ziarna od $0,2 \mu\text{m}$ do $0,5 \mu\text{m}$, twardości 1930 HV30, wytrzymałości na rozciąganie wynoszącej 4400 MPa, gęstości wynoszącej $14,55 \text{ g/cm}^3$ oraz zawartości kobaltu równej 8,2%, w którym jako półfabrykat szlifowanego narzędzia stosuje się pręt o przekroju okrągłym, przy czym w pierwszym kroku mocuje się narzędzie w uchwycie obrabiarki i unieruchamia się narzędzie w jego osi obrotu (A), a walcową ściernicę szlifującą o przekroju prostokątnym montuje się w obsadzie ściernicy, po czym w drugim kroku wrzeczono ściernicy szlifującej ustawia się pod kątem nachylenia wynoszącym 90° , a następnie w trzecim kroku obraca się walcową ściernicę szlifującą w kierunku zgodnym do kierunku posuwu szlifowanego narzędzia zadaną stałą prędkością szlifowania i utrzymuje się jej stałą prędkość obrotową, przy czym w wyniku ruchu posuwowego – posuwu równoległego do osi obrotu szlifowanego narzędzia wykonuje się rowek wiórowy o zadanej geometrii równoległy do osi obrotu narzędzia, po czym w czwartym kroku, po wyszlifowaniu rowka wiórowego, obraca się narzędzie względem ściernicy o kąt $360^\circ/z$, dla wyszlifowania kolejnego rowka wiórowego, gdzie z oznacza liczbę rowków, które mają być wyszlifowane w narzędziu przy równomiernej podziałce, przy czym szlifuje się od dwóch do czterech rowków wiórowych w narzędziu, według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się średnicę półfabrykatu szlifowanego narzędzia wynoszącą 12 mm oraz ściernicę o średnicy zewnętrznej wynoszącej 100 mm, pierwszej szerokości nasypu równej 10 mm, wysokości nasypu 10 mm i średnicy otworu mocującego 20 mm, wykonanej z ziaren diamentowych o wielkości ziarna od $53 \mu\text{m}$ do $63 \mu\text{m}$ i koncentracji $3,3 \text{ kr/cm}^3$, spojonych za pomocą spoiwa hybrydowego, przy czym prosty rowek wiórowy wykonuje się o kącie skręcenia spirali wynoszącym 0° , o drugiej szerokości wynoszącej 3 mm, głębokości wynoszącej 5,2 mm, polu powierzchni w przekroju poprzecznym wynoszącym $11,055 \text{ mm}^2$, kącie natarcia wynoszącym 0° i średnicy rdzenia narzędzia wynoszącej 6 mm, a ponadto przy szlifowaniu rowka prostego, stosuje się prędkość szlifowania od 20 m/s do 40 m/s oraz prędkość posuwu od 60 mm/min do 100 mm/min oraz całkowitą siłę szlifowania, będącą pierwiastkiem kwadratowym składowych siły szlifowania dla trzech osi współrzędnych, nieprzekraczającą 214 N, przez co rowek wiórowy szlifuje się w jednym przejściu ściernicy, przy czym ściernicę zagłębia się w szlifowanym narzędziu na docelową głębokość rowka wiórowego i otrzymuje się parametr chropowatości R_a rowka wiórowego wynoszący od $0,470 \mu\text{m}$ do $0,600 \mu\text{m}$ oraz parametr chropowatości R_z rowka wiórowego wynoszący od $3,65 \mu\text{m}$ do $4,00 \mu\text{m}$.

Korzystnie stosuje się prędkość szlifowania wynoszącą 30 m/s, prędkość posuwu wynoszącą 100 mm/min i siłę szlifowania do 180 N oraz otrzymuje się parametr chropowatości R_a rowka wiórowego nieprzekraczający $0,575 \mu\text{m}$ i parametr chropowatości R_z rowka wiórowego nieprzekraczający $3,700 \mu\text{m}$.

Sposób szlifowania według wynalazku umożliwia usuwanie całego materiału w jednym przejściu obróbkowym zamiast kilku lub kilkunastu przejść. Istotną cechą procesu jednoprzęściowego jest znacząca redukcja czasu wykonywania prostych rowków wiórowych. Ponadto w wyniku jednego przejścia ściernicy uzyskuje się wymagane końcowe parametry jakościowe szlifowanego prostego rowka wiórowego oraz dokładność geometryczną.

Proces jednoprzęściowy łączy w sobie obróbkę zgrubną i obróbkę wykończeniową jednocześnie. Poprzez szlifowanie jednoprzęściowe usuwany jest materiał z półfabrykatu w postaci pręta oraz kształtowana jest jednocześnie geometria prostego rowka wiórowego oraz powierzchnia natarcia. Opracowany sposób charakteryzuje się odpowiednią pięcioosiową kinematyką szlifowania, która jest unikalna dla sposobu szlifowania prostych rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy. Dzięki wymienionym zaletom, wykorzystanie sposobu według wynalazku do szlifowania prostych rowków wiórowych narzędzi skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych, pozwala na realizację procesu o niskich kosztach, a w efekcie uzyskanie narzędzi skrawających o wysokich parametrach technicznych i wytrzymałościowych.

Sposób szlifowania według wynalazku jest bliżej pokazany w przykładzie realizacji na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat procesu szlifowania ściernicą prostego rowka wiórowego w narzędziu, fig. 2 – ściernicę w przekroju poprzecznym, zaś fig. 3 – narzędzie z trzema rowkami prostymi w widoku z góry.

Sposób szlifowania, według wynalazku w dwóch opisanych poniżej przykładach wykonania, dotyczy wykonania prostych rowków 1 wiórowych narzędzi 2 skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych o wielkości ziarna od $0,2\ \mu\text{m}$ do $0,5\ \mu\text{m}$, twardości 1930 HV30, wytrzymałości na rozciąganie wynoszącej 4400 MPa, gęstości wynoszącej $14,55\ \text{g/cm}^3$ oraz zawartości kobaltu równej 8,2%. Jako półfabrykat szlifowanego narzędzia 2 stosuje się pręt o przekroju okrągłym. W pierwszym kroku mocuje się narzędzie 2 w uchwycie 3 obrabiarki i unieruchamia się narzędzie 2 w jego osi obrotu A, a walcową ściernicę 4 szlifującą o przekroju prostokątnym montuje się w obsadzie 5 ściernicy 4. W drugim kroku wrzeczono 6 ściernicy 4 szlifującej ustawia się pod kątem nachylenia β wynoszącym 90° . W trzecim kroku obraca się walcową ściernicę 4 szlifującą w kierunku zgodnym do kierunku posuwu v_f szlifowanego narzędzia 2 zadaną stałą prędkością szlifowania v_s i utrzymuje się jej stałą prędkość obrotową n , przy czym w wyniku ruchu posuwowego – posuwu v_f równoległego do osi obrotu A szlifowanego narzędzia 2 wykonuje się rowek 1 wiórowy o zadanej geometrii równoległy do osi obrotu A narzędzia 2. W czwartym kroku, po wyszlifowaniu rowka 1 wiórowego, obraca się narzędzie 2 względem ściernicy 4 o kąt $360^\circ/z$, dla wy szlifowania kolejnego rowka 1 wiórowego, gdzie z oznacza liczbę rowków 1, które mają być wyszlifowane w narzędziu 2 przy równomiernej podziałce, przy czym szlifuje się od dwóch do czterech rowków 1 wiórowych w narzędziu 2. Fig. 1 przedstawia schemat procesu szlifowania ściernicą 4 prostego rowka 1 wiórowego w narzędziu 2, zaś fig. 3 narzędzie 2 skrawające typu frez z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych po zrealizowaniu operacji szlifowania za pomocą sposobu według wynalazku, w widoku z góry.

W pierwszym przykładzie realizacji sposobu stosuje się średnicę półfabrykatu D_p szlifowanego narzędzia 2 wynoszącą 12 mm oraz ściernicę 4 przedstawioną na fig. 2 o średnicy zewnętrznej D wynoszącej 100 mm, pierwszej szerokości U nasypu równej 10 mm, wysokości X nasypu 10 mm i średnicy otworu mocującego 20 mm, wykonanej z ziaren diamentowych o wielkości ziarna od $53\ \mu\text{m}$ do $63\ \mu\text{m}$ i koncentracji $3,3\ \text{kr/cm}^3$, spojonych za pomocą spoiwa hybrydowego. Prostą rowek 1 wiórowy wykonuje się o kącie skreślenia spirali wynoszącym 0° , o drugiej szerokości a_e wynoszącej 3 mm, głębokości a_p wynoszącej 5,2 mm, polu powierzchni P w przekroju poprzecznym wynoszącym $11,055\ \text{mm}^2$, kącie natarcia wynoszącym 0° i średnicy rdzenia narzędzia 2 wynoszącej 6 mm. Przy szlifowaniu rowka 1 prostego, stosuje się prędkość szlifowania v_s od 20 m/s do 40 m/s oraz prędkość posuwu v_f od 60 mm/min do 100 mm/min oraz całkowitą siłę szlifowania, będącą pierwiastkiem kwadratowym składowych siły szlifowania dla trzech osi współrzędnych, nieprzekraczającą 214 N, przez co rowek 1 wiórowy szlifuje się w jednym przejściu ściernicy 4, przy czym ściernicę 4 zagłębia się w szlifowanym narzędziu 2 na docelową głębokość a_p rowka 1 wiórowego i otrzymuje się parametr chropowatości R_a rowka 1 wiórowego wynoszący od $0,470\ \mu\text{m}$ do $0,600\ \mu\text{m}$ oraz parametr chropowatości R_z rowka 1 wiórowego wynoszący od $3,65\ \mu\text{m}$ do $4,00\ \mu\text{m}$.

W drugim przykładzie realizacji sposobu stosuje się prędkość szlifowania v_s wynoszącą 30 m/s, prędkość posuwu v_f wynoszącą 100 mm/min i siłę szlifowania do 180 N oraz otrzymuje się parametr chropowatości R_a rowka 1 wiórowego nieprzekraczający $0,575\ \mu\text{m}$ i parametr chropowatości R_z rowka 1 wiórowego nieprzekraczający $3,700\ \mu\text{m}$. W pozostałym zakresie sposób realizuje się tak jak w pierwszym przykładzie realizacji.

Jak wynika z powyższego prosty rowek 1 wiórowy szlifuje się w jednym przejściu ściernicy 4, przy czym zagłębia się ją w szlifowanym narzędziu 2 na docelową głębokość a_p i drugą szerokość a_e rowka 1 wiórowego oraz utrzymuje się jej stałą prędkość obrotową n , przy czym prędkość obrotowa n może się zmieniać w zależności od wymiaru średnicy zewnętrznej D ściernicy 4 szlifującej w celu zapewnienia stałej prędkości szlifowania v_s . W wyniku posuwu v_f równoległego do osi obrotu A szlifowanego narzędzia 2 wykonuje się prosty rowek 1 wiórowy równoległy do osi obrotu A narzędzia 2.

Wykaz oznaczeń

1 – rowek	A – oś obrotu
2 – narzędzie	β – kąt nachylenia
3 – uchwyt	n – prędkość obrotowa
4 – ściernica	v_s – prędkość szlifowania
5 – obsada	v_f – posuw
6 – wrzeciono	D – średnica zewnętrzna
	D_p – średnica półfabrykatu
	X – wysokość
	U – pierwsza szerokość
	A_p – głębokość
	A_e – druga szerokość
	P – pole powierzchni

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób szlifowania prostych rowków (1) wiórowych narzędzi (2) skrawających typu frezy z ultradrobnoziarnistych węglików spiekanych o wielkości ziarna od 0,2 μm do 0,5 μm , twardości 1930 HV30, wytrzymałości na rozciąganie wynoszącej 4400 MPa, gęstości wynoszącej 14,55 g/cm³ oraz zawartości kobaltu równej 8,2%, w którym jako półfabrykat szlifowanego narzędzia (2) stosuje się pręt o przekroju okrągłym, przy czym w pierwszym kroku mocuje się narzędzie (2) w uchwycie (3) obrabiarki i unieruchamia się narzędzie (2) w jego osi obrotu (A), a walcową ściernicę (4) szlifującą o przekroju prostokątnym montuje się w obsadzie (5) ściernicy (4), po czym w drugim kroku wrzeciono (6) ściernicy (4) szlifującej ustawia się pod kątem nachylenia (β) wynoszącym 90°, a następnie w trzecim kroku obraca się walcową ściernicę (4) szlifującą w kierunku zgodnym do kierunku posuwu (v_f) szlifowanego narzędzia (2) z zadaną stałą prędkością szlifowania (v_s) i utrzymuje się jej stałą prędkość obrotową (n), przy czym w wyniku ruchu posuwowego – posuwu (v_f) równoległego do osi obrotu (A) szlifowanego narzędzia (2) wykonuje się rowek (1) wiórowy o zadanej geometrii równoległy do osi obrotu (A) narzędzia (2), po czym w czwartym kroku, po wyszlifowaniu rowka (1) wiórowego, obraca się narzędzie (2) względem ściernicy (4) o kąt 360°/z, dla wy szlifowania kolejnego rowka (1) wiórowego, gdzie z oznacza liczbę rowków (1), które mają być wyszlifowane w narzędziu (2) przy równomiernej podziałce, przy czym szlifuje się od dwóch do czterech rowków (1) wiórowych w narzędziu (2), **znamienny tym**, że stosuje się średnicę półfabrykatu (D_p) szlifowanego narzędzia (2) wynoszącą 12 mm oraz ściernicę (4) o średnicy zewnętrznej (D) wynoszącej 100 mm, pierwszej szerokości (U) nasypu równej 10 mm, wysokości (X) nasypu 10 mm i średnicy otworu mocującego 20 mm, wykonanej z ziaren diamentowych o wielkości ziarna od 53 μm do 63 μm i koncentracji 3,3 kr/cm³, spojonych za pomocą spoiwa hybrydowego, przy czym prosty rowek (1) wiórowy wykonuje się o kącie skrócenia spirali wynoszącym 0°, o drugiej szerokości (a_e) wynoszącej 3 mm, głębokości (a_p) wynoszącej 5,2 mm, polu powierzchni (P) w przekroju poprzecznym wynoszącym 11,055 mm², kącie natarcia wynoszącym 0° i średnicy rdzenia narzędzia (2) wynoszącej 6 mm, a ponadto przy szlifowaniu rowka (1) prostego, stosuje się prędkość szlifowania (v_s) od 20 m/s do 40 m/s oraz prędkość posuwu (v_f) od 60 mm/min do 100 mm/min oraz całkowitą siłę szlifowania, będącą pierwiastkiem kwadratowym składowych siły szlifowania dla trzech osi współrzędnych, nieprzekraczającą 214 N, przez co rowek (1) wiórowy szlifuje się w jednym przejściu ściernicy (4), przy czym ściernicę (4) zagłębia się w szlifowanym narzędziu (2) na docelową głębokość (a_p) rowka (1) wiórowego i otrzymuje się parametr chropowatości Ra rowka (1) wiórowego wynoszący od 0,470 μm do 0,600 μm oraz parametr chropowatości Rz rowka (1) wiórowego wynoszący od 3,65 μm do 4,00 μm .
2. Sposób szlifowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się prędkość szlifowania (v_s) wynoszącą 30 m/s, prędkość posuwu (v_f) wynoszącą 100 mm/min i siłę szlifowania do 180 N oraz otrzymuje się parametr chropowatości Ra rowka (1) wiórowego nieprzekraczający 0,575 μm i parametr chropowatości Rz rowka (1) wiórowego nieprzekraczający 3,700 μm .

Rysunki

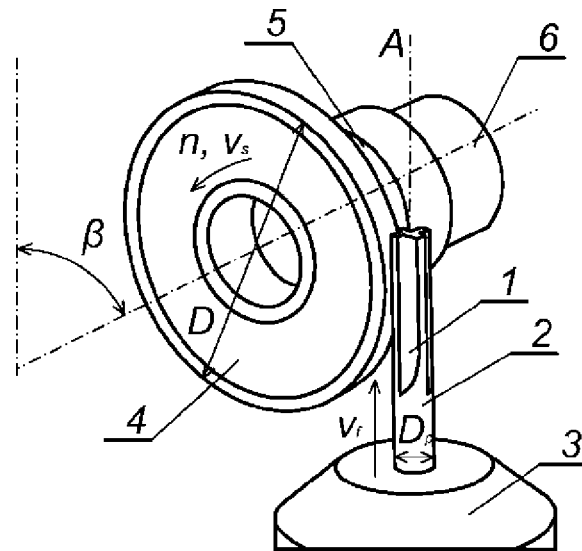


Fig. 1

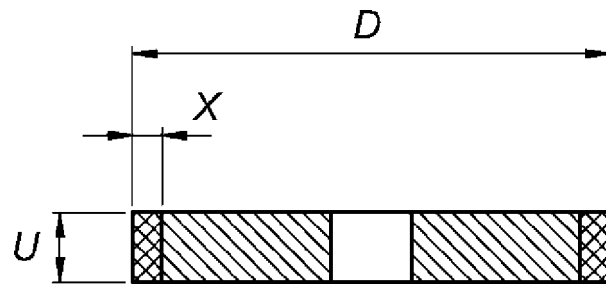


Fig. 2

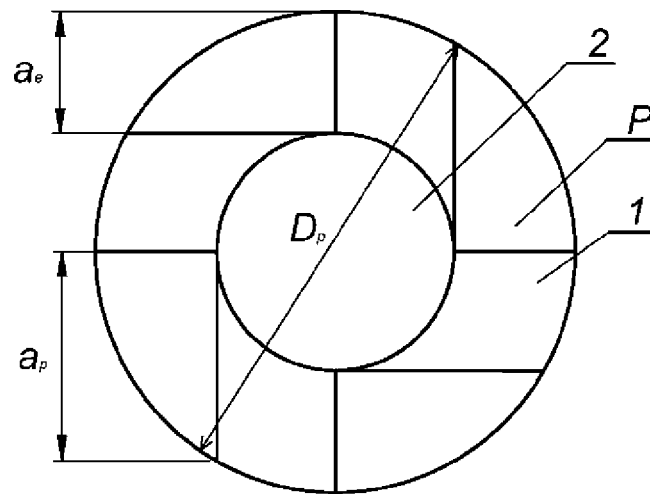


Fig. 3