



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

KATEDRA TECHNIK WYTWARZANIA I AUTOMATYZACJI

Przedmiot:	Obróbka skrawaniem i narzędzia	
Temat ćwiczenia:	Szlifowanie	Numer ćwiczenia: 4

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studenta z kinematycznymi odmianami szlifowania (szlifowania powierzchni cylindrycznych zewnętrznych i wewnętrznych oraz szlifowania powierzchni płaskich), parametrami technologicznymi szlifowania oraz budową i zasadą działania szlifierek jak również oprzyrządowania. Ponadto zapoznanie studenta z ogólną budową, oznakowaniem oraz przygotowaniem ściernicy do pracy.

2. Wyposażenie stanowiska

- szlifierka do wałków,
- szlifierka płaszczyzn,
- szlifierka do otworów,
- oprzyrządowanie dodatkowe,
- narzędzia szlifierskie,
- instrukcja do ćwiczenia.

3. Przebieg ćwiczenia

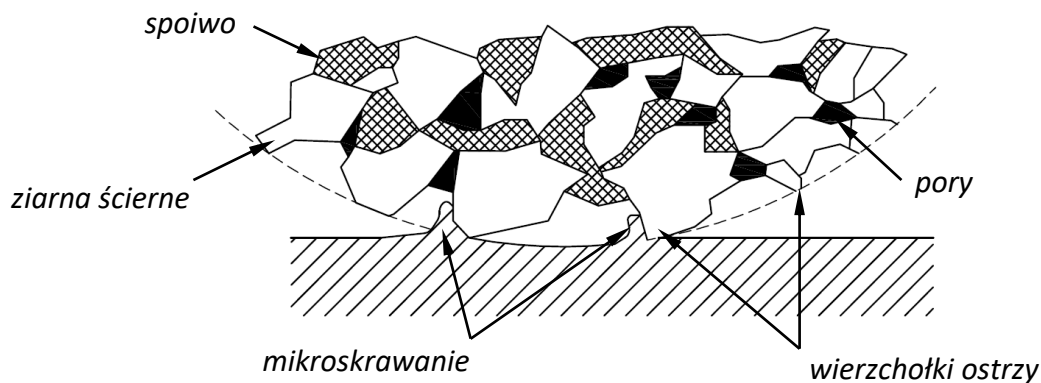
- zapoznanie się z rodzajami i budową ściernic,
- omówienie przygotowania ściernicy do pracy,
- zapoznanie się z budową i zasadą działania szlifierek,
- przeprowadzenie operacji szlifierskich.

Uwagi:

Po wykonaniu ćwiczenia należy sporządzić sprawozdanie wg wytycznych zawartych w niniejszej instrukcji.

1. Wprowadzenie

Szlifowanie należy do obróbki ostrzem o nieokreślonej geometrii i polega na mikroskrawaniu materiału obrabianego przez ziarna ścierne związane ze spoiwem (rys.1).



Rys.1. Proces szlifowania oraz podstawowe elementy ściernicy

Narzędziem jest ściernica, która wykonuje ruch główny obrotowy, a ruch posuwowy wykonuje zazwyczaj przedmiot obrabiany, ewentualnie ściernica. Szlifowanie jest przeważnie ostatnią operacją wykonywaną w całym procesie technologicznym. Ma na celu poprawę dokładności wymiarowej i chropowatości powierzchni, po operacjach wcześniejszych, takich jak toczenie, frezowanie itp. Zalicza się ono do procesów obróbki ostrzem o nieokreślonej geometrii. Szlifowanie można sklasyfikować w zależności do kształtu powierzchni obrabianych, sposobu zamocowania przedmiotu, rodzaju posuwu, oraz położenia czynnej powierzchni ściernicy. Najogólniej można je podzielić na:

- szlifowanie powierzchni obrotowych (wałków i otworów) ,
- szlifowanie płaszczyzn,
- szlifowanie obwiedniowe,
- szlifowanie kształtowe: gwintów, uzębień,
- szlifowanie powierzchni złożonych.

2. Charakterystyka materiałów ściernych

Uwzględniając charakter pracy ściernicy, materiał ścierny powinien charakteryzować się następującymi właściwościami:

- odpornością na ścieranie,
- dużą twardością,
- dużą wytrzymałością na zginanie i ściskanie,
- ostrymi krawędziami i narożami ziaren,
- dobrą łupliwością,
- dobrą przewodnością cieplną,
- odpornością na wysoką temperaturę.

Do najczęściej stosowanych i używanych materiałów ściernych zalicza się:

- **Elektrokorund** – jest materiałem sztucznym otrzymany z elektrokorundu naturalnego. W zależności od zawartości tlenku glinu (Al_2O_3) elektrokorund ma różne zabarwienie, strukturę i właściwości. Twardość elektrokorundu wg. Skali Mohsa wynosi 9, a wg. Knoop $HK = 16.35 - 21.5$ GPa
- **Węgiel krzemu SiC (karborund)** jest kolejnym powszechnie stosowanym materiałem ściernym o twardości 9,5 wg Mohsa, a wg. Knoop $HK=24,5$ GPa. Wyróżnia się węgiel krzemu zielony i czarny oznaczone kolejno 99C i 98C. Pod względem twardości ustępuje tylko diamentowi i CBN.
- **Diament**, o twardości wg. Mohsa 10, a wg. Knoop $HK=70$ GPa, charakteryzuje się niezwykle wysoką odpornością na ścieranie, a jego ostre krawędzie długo zachowują swoje własności skrawne.
- **Regularny azotek boru (CBN)** jest to związek chemiczny o właściwościach fizycznych zbliżonych do właściwości diamentu, lecz o większej odporności na wysoką temperaturę. Jego twardość jest nieco mniejsza od diamentu i wynosi wg. Knoop $HK=47$ GPa.

3. Charakterystyka spoiw

Spoiwo jest składnikiem ściernic a jego zadaniem jest powiązanie poszczególnych ziaren ściernych w porowate ciało stałe. Spoiwo powinno cechować się:

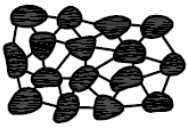

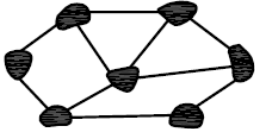
- Odpowiednią wytrzymałością w zależności od zastosowanego materiału ściernego
- Odpornością na wpływy chemiczne i wilgoć,
- Zdolnością do tworzenia porów spełniających rolę rowków wiórowych.

Do najczęściej stosowanych spoiw zalicza się: ceramiczne, magnezowe, krzemianowe, żywiczne naturalne i sztuczne, gumowe, metalowe spiekane, metalowe galwaniczne, klejowe, klejowo-żywiczne.

4. Struktura ściernicy

Ściernicą nazywamy bryłę o ustalonym kształcie i wymiarach, w której ziarna ściernie są związane w sposób dostatecznie trwały za pomocą spoiwa.

Strukturą ściernicy nazywamy procentowy udział ziaren ściernych w całej objętości narzędzia. Możemy wyróżnić strukturę ściernic: zwartą, średnią, otwartą. Ściernice o równej twardości i różnej strukturze mają jednakową względną objętość porów, różnią się jednak ilością i wielkością komórek porowych. Klasyfikacje struktury ściernic przedstawiono na rys. 2.

Nazwa struktury	Zwarta				Średnia					Otwarta					
Numer struktury L	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Udział ścierniwa V, %	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34
Przykład struktury															

Rys. 2. Struktura ściernicy

5. Twardość ściernicy

Twardością ściernicy nazywamy opór, który stawia spoiwo wiążące ziarna ściernic, przeciw wykruszaniu ziaren pod działaniem sił zewnętrznych. Twardość ściernicy nie zależy od twardości materiału ściernego, lecz od spoiwa, tzn. od siły, z jaką utrzymuje ono w sobie ziarna materiału ściernego. Spoiwo powinno dopóty utrzymywać ziarno, dopóki jest ono ostre.

Twardość ściernicy oznacza się za pomocą symboli literowych (rys. 3). Im większa jest zawartość spoiwa w objętości ściernicy, tym większa jest jej twardość.

Twardość	Oznaczenie	Wskaźnik t	Objętość porów Vp [%]
bardzo miękkie	E	0	49.5
	F	1	48.0
	G	2	46.5
miękkie	H	3	45.0
	I	4	43.5
	J	5	42.0
	K	6	40.5
średnie	L	7	39.0
	M	8	37.5
	N	9	36.0
	O	10	34.5
twarde	P	11	33.0
	Q	12	31.5
	R	13	30.0
	S	14	28.5
bardzo twarde	T	15	27.0
	U	16	25.5
	W	17	24.0
	Z	18	22.5

Rys. 3. Twardość ściernicy

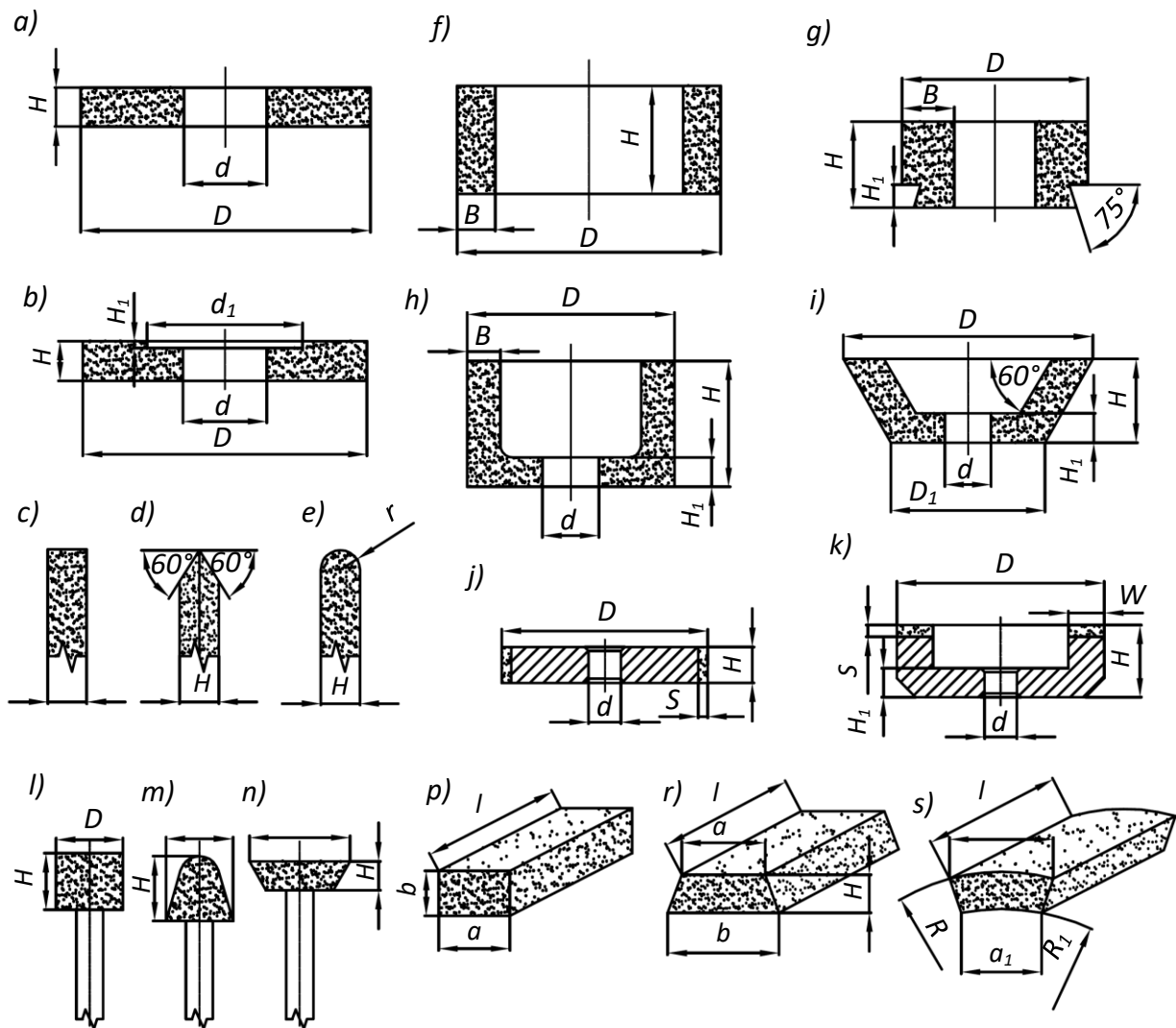
6. Wielkość ziarna ściernicy

Materiał ścierny po zmieleniu sortuje się według wielkości ziaren. Ziarna oznaczają się numerami według charakterystycznych wymiarów (długości l, szerokości a i wysokości h) najmniejszego prostopadłościanu opisanego na ziarnie.

Wielkość ziaren o szerokości $a \geq 53 \mu\text{m}$ określa się metodą przesiewania przez standardowe sита o znormalizowanej grubości drutu i wielkości oczek. Wielkość mikroziaren o szerokości $a \leq 53 \mu\text{m}$ określa się metodą sedymentacji.

7. Kształt i wymiary ściernicy

Sposób oznaczania kształtu ściernicy i wszystkich pozostałych cech jest ściśle określony w polskich normach.



Rys. 4. Przykłady kształtów ściernic: a) płaska, b) płaska z jednostronnym wybraniem, c) płaska prostokątna, d) płaska do gwintów, e) płaska zaokrąglona, f) pierścieniowa, g) pierścieniowa z podcięciem, h) garnkowa walcowa, i) garnkowa stożkowa, j) płaska diamentowa, k) garnkowa diamentowa, l) trzpieniowa walcowa, m) trzpieniowa stożkowa zaokrąglona, n) trzpieniowa stożkowa odwrócona, p) segment ścierny płaski, r) segment ścierny płaski trapezowy, s) segment ścierny łukowy

8. Oznaczenie ściernicy

Typowe kodowanie ściernicy składa się z następujących informacji: typu ściernicy (talerzowa, garnkowa, trzpieniowa, płaskie), geometrii ściernicy, rodzaju ścierniwa, wielkości ziarna, twardości ściernicy, struktury, rodzaju spoiwa.

Na rys. 5 przedstawiono oznaczenie ściernicy konwencjonalnej a na rys. 6 oznaczenie ściernicy z materiału supertwardego.

	PN-ISO 603-1/2001	-	T1	-	300	x	50	x	127	-	99A	-	80	K	4	V
Numer normy przedmiotowej																
Typ ściernicy																
Średnica zewnętrzna D																
Szerokość H																
Średnica otworu d																
Rodzaj ścierniwa																
Wielkość ziarna																
Twardość ściernicy																
Struktura																
Rodzaj spoiwa																

Rys. 5. Oznaczenie ściernicy konwencjonalnej

	PN-92/M-59168	-	S1010	-	150	x	32	x	10	x	2	SD	76	100	G	
Numer normy przedmiotowej																
Typ ściernicy																
Średnica zewnętrzna D																
Średnica otworu d																
Szerokość warstwy diamentu W																
Grubość warstwy diamentu S																
Rodzaj diamentu																
Numer ziarna																
Koncentracja diamentu																
Rodzaj spoiwa																

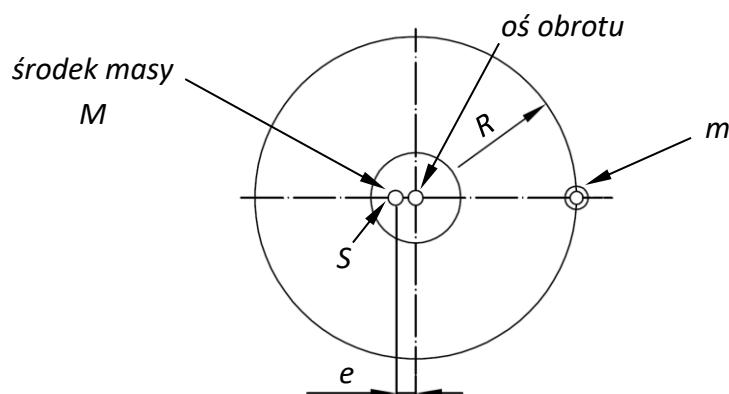
Rys. 6. Oznaczenie ściernicy z materiału supertwardego

9. Przygotowanie ściernicy do pracy

• Wyrównoważenie statyczne

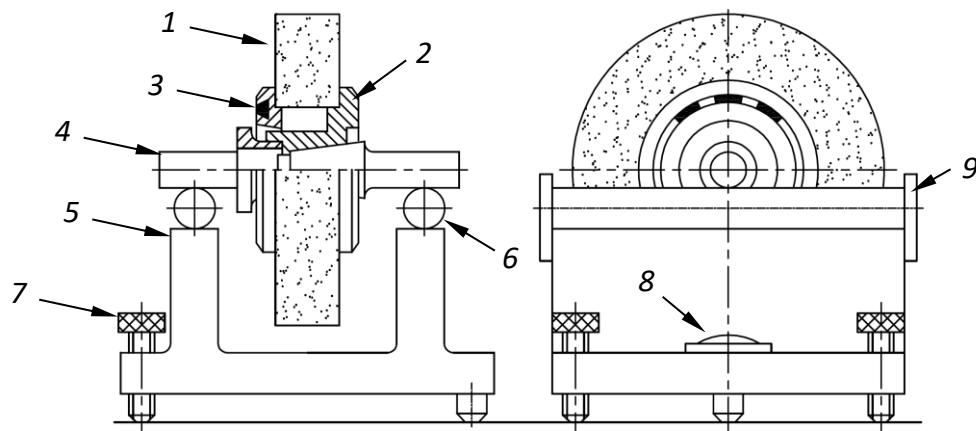
Wyrównoważenie statyczne (rys. 8) ściernicy jest stanem równowagi ściernicy, w którym jej środek ciężkości leży na osi obrotu. Niewyrównoważenie statyczne oznacza, że środek masy ściernicy jest przesunięty o odległość e , zwaną mimośrodowością środka masy. Miarą niewyrównoważenia jest iloczyn masy M ściernicy oraz mimośrodowości e (rys. 7). W praktyce jako miarę niewyrównoważenia przyjmuje się masę zastępczą m , której środek leży na okręgu o promieniu R w płaszczyźnie przechodzącej przez środek masy ściernicy S i oś obrotu O tak dobraną, aby był spełniony warunek:

$$M \cdot e = m \cdot R$$



Rys. 7. Niewyrównoważenie ściernicy

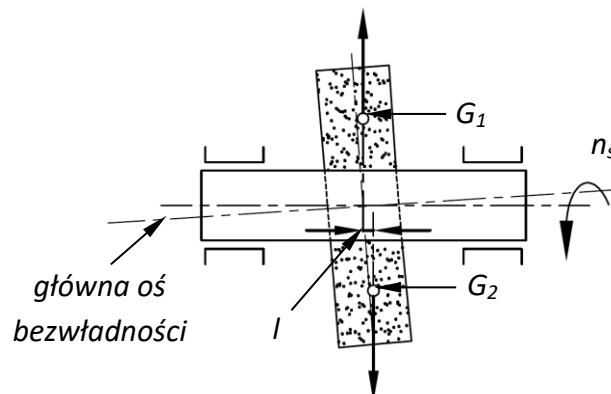
Niewyrównowazenie ściernicy powoduje powstawanie drgań, zużywania się łożysk szlifierki oraz wpływa niekorzystnie na dokładność wymiarową i chropowatość powierzchni. Do wyważania stosuje się wyważarki, przyrządy pryzmowe i krążkowe oraz wagi.



Rys. 8. Wyrównowazanie statyczne: 1 – ściernica, 2 – oprawa, 3 – kamienie do wyrównowazania, 4 – trzpień, 5 – korpus, 6 – prowadnice walcowe, 7 – śruby do poziomowania, 8 – poziomice, 9 - zderzaki

- **Wyrównowazenie dynamiczne**

Ściernice o szerokości większej niż 126 mm, ściernice pracujące z zwiększonymi prędkościami oraz ściernice do szlifowania precyzyjnego powinny się poddawać wyrównowazaniu dynamicznemu. Przy wyrównowazaniu dynamicznym (rys. 9) należy przesunąć główną oś bezwładności ściernicy na oś obrotu aby nie powstawał moment pochodzący od sił bezwładności wirujących mas. Dokonuje się tego za pomocą urządzeń specjalnych do wyrównowazania dynamicznego. Proces wyrównowazania polega na ręcznym przemieszczaniu masy wyrównowazającej za pomocą pokręteł zespołu napędowego urządzenia, w celu uzyskania minimalnej amplitudy drgań wrzeciona ściernicy rejestrowanej na mierniku. Amplituda drgań ściernicy wyrównowazanej dynamicznie jest 4 razy mniejsza niż po wyważaniu statycznym.



Rys. 9. Wyrównowazanie dynamiczne

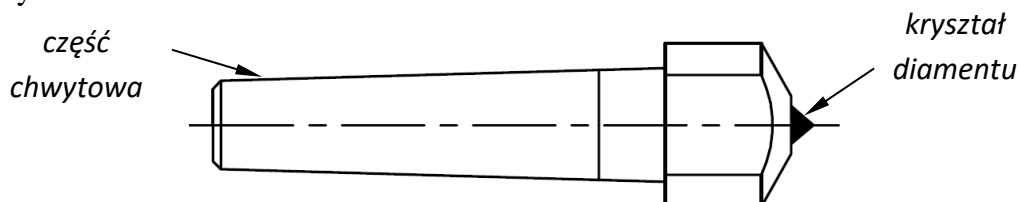
- **Obciążanie ściernicy**

Obciążanie ściernicy ma na celu wytworzenie odpowiedniego profilu czynnej powierzchni ściernicy oraz przywrócenie zdolności skrawnych. Uzyskanie wymaganej makrogeometrii ściernicy nazywa się *profilowaniem*, zaś odpowiedniej mikrogeometrii ściernicy *ostrzeniem*.

10. Rodzaje obciągaczy

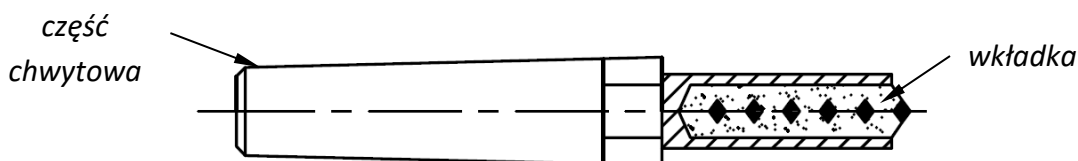
Narzędzia do profilowania i ostrzenia nazywa się obciągaczami i w zależności od budowy możemy wyróżnić obciągacze jednoziarniste i wieloziarniste oraz rolki bądź krążki.

- **Obciągacze jednoziarniste.** Jednoziarniste obciągacze diamentowe znajdują zastosowanie w procesach profilowania i ostrzenia ściernic z elektrokorundu i węgla krzemu o spoiwie ceramicznym.



Rys. 10. Budowa obciągacza jednoziarnistego

- **Obciągacze diamentowe wieloziarniste** wykazują się licznymi zaletami w stosunku do obciągaczy jednoziarnistych. Z uwagi na zastosowanie mniejszych kryształów diamentów o bardziej ostrych krawędziach umożliwiają osiągnięcie powierzchni ściernicy o wyższej zdolności ścierniej. Ponadto ryzyko uszkodzenia jest znacznie mniejsze, przez co ich użytkowanie jest bardziej ekonomiczne. Obciągacze wieloziarniste można stosować do obciągania ściernic z materiałów supertwardych (diament, borazon). Wkładka wykonana jest ze spoiwa metalowego (spiekane proszki metali).



Rys. 11. Budowa obciągacza wieloziarnistego

- **Rolki obciągające profilowe** - diamentowe rolki kształtowe stosowane są na szlifierkach sterowanych numerycznie do obciągania ściernic. Na rys. 10 przedstawiono diamentowe roli do obciągania kształtowego. Rolki profilowe posiadają kształt szlifowanego przedmiotu, który przekazują na ściernicę poprzez stały i kontrolowany dosuw do niej.

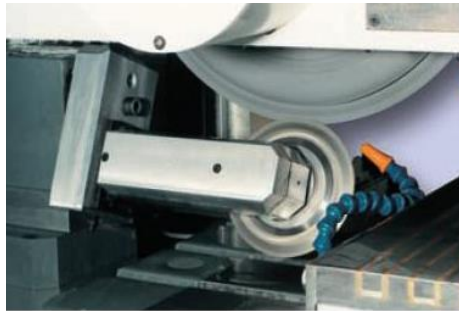


Rys. 12. Diamentowe rolki profilowe

- **Rolki obciągające** - diamentowe rolki stosuje się do obciągania konwencjonalnych ściernic płaskich i profilowych w maszynach sterowanych numerycznie. Sterowanie numeryczne umożliwia sterowanie kątem pochylenia rolki, co w połączeniu z przemieszczeniem ściernicy pozwala na kształtowanie dowolnego profilu ściernicy. Na rys. 13 przedstawiono rolki obciągające.



Rys. 13. Diamentowe rolki obciążające



Rys. 14. Proces obciążania rolką sterowana CNC

11. Parametry technologiczne

W szlifowaniu ruch główny to ruch obrotowy ściernicy.

Prędkość obrotową ściernicy n_s wyraża się liczbą jej obrotów w jednostce czasu.

$$n_s \left[\frac{\text{obr}}{\text{min}} \right]$$

Prędkość obwodowa ściernicy V_c jest to prędkość styczna punktu leżącego na największym obwodzie ściernicy i wyraża się zależnością:

$$v_c = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_s}{60000} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Prędkość obwodowa przedmiotu V_w jest to prędkość styczna mierzona w punkcie styku ściernicy z przedmiotem obrabianym i wynosi:

$$v_w = \frac{\pi \cdot d_w \cdot n_w}{1000} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

W zależności od odmiany kinematycznej **ruch posuwowy** wykonuje przedmiot lub ściernica, albo przedmiot i ściernica równocześnie.

Posuw osiowy stołu f_a jest to przemieszczenie stołu w stosunku do podstawy obrabiarki w kierunku równoległym do osi ściernicy.

Prędkość posuwu osiowego stołu V_{fa} w szlifowaniu walcowym wyraża się w mm/s lub mm/min. W szlifowaniu płaskim, gdy ruch ten może być nieciągły, jego prędkość wyraża się w mm/skok lub w mm/2xskok:

$$v_{fa} = f_a \cdot n_w \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right]$$

Posuw promieniowy stołu f_r jest to przemieszczenie stołu w kierunku prostopadłym do osi ściernicy. Prędkość promieniowego ruchu posuwowego stołu V_{fr} wyraża się w mm/s lub mm/min i wynosi:

$$v_{fr} = f_r \cdot n_w \left[\frac{mm}{min} \right]$$

Posuw styczny stołu f_t jest to przemieszczenie stołu w kierunku równoległym do wektora prędkości obwodowej ściernicy i mierzy się go w mm/obr lub $\mu\text{m}/\text{obr}$ (przy szlifowaniu walcowym) lub w mm/s (przy szlifowaniu płaskim).

$$f_t \left[\frac{mm}{obr} \right]$$

Ruch dosuwowy określa głębokość wejścia ściernicy w materiał obrabiany (wgłębianie). Rozróżnia się dwa podstawowe dosuwy:

- **Dosuw** ściernicy mierzony w płaszczyźnie podstawowej P_r , prostopadle do kierunku podstawowego ruchu posuwowego:

$$a_e [mm]$$

- **Dosuw** ściernicy mierzony w płaszczyźnie tylnej P_p w kierunku prostopadłym do płaszczyzny bocznej P_f :

$$a_p [mm]$$

Przekrój poprzeczny warstwy skrawanej A_w :

$$A_w = a_p \cdot a_e [mm^2]$$

Pozostałe parametry technologiczne i geometryczne szlifowania to:

Szerokość ściernicy:

$$b_s [mm]$$

Prędkość obrotowa przedmiotu:

$$n_w [\text{obr}/\text{min}]$$

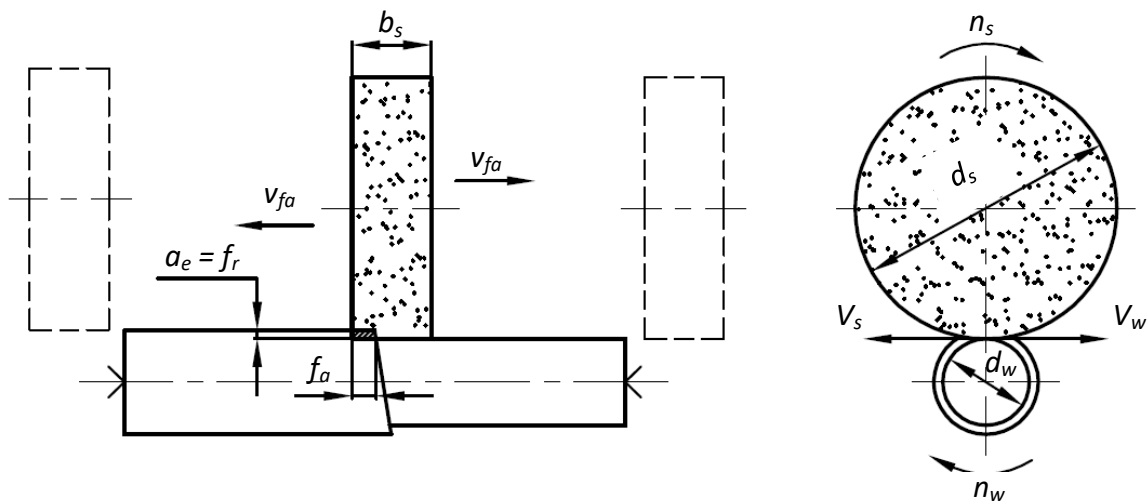
Średnica przedmiotu:

$$d_w [mm]$$

12. Szlifowanie wałków

Możemy wyróżnić szlifowanie kłowe wzdłużne, gdzie ściernica przesuwana jest z określonym posuwem wzdłuż szlifowanego wałka, bądź szlifowanie poprzeczne (wgłębne), gdzie ściernica wykonuje posuw promieniowy wgłębny prostopadle do osi szlifowanego wałka. W obu przypadkach przedmiot obrabiany mocowany jest najczęściej w kłach. W szlifowaniu poprzecznym szerokość ściernicy jest równa bądź większa od szlifowanej powierzchni. Na rys. 15 przedstawiono szlifowanie powierzchni obrotowych zewnętrznych z posuwem wzdłużnym,

natomiast na rys. 16 pokazano odmiany szlifowania powierzchni obrotowych zewnętrznych z posuwem poprzecznym.



Rys. 15. Szlifowanie wzdłużne wałków obwodem ściernicy

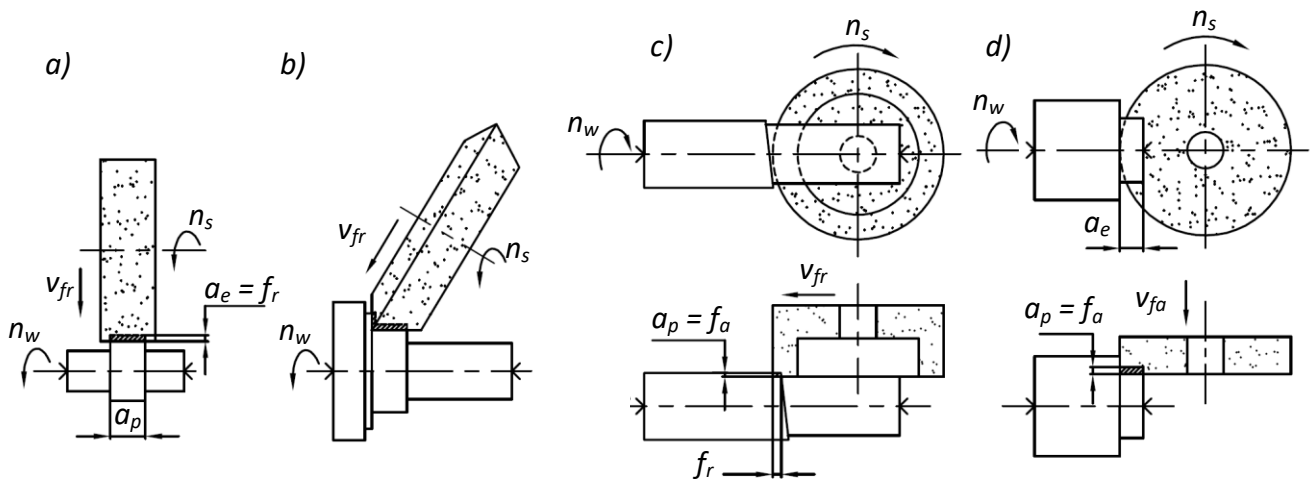
• **Szlifowanie wzdłużne**

W szlifowaniu osiowym ruch główny z prędkością obrotową n_s [obr/min] wykonuje ściernica o średnicy d_s [mm]. Ruch posuwowy złożony jest z posuwu obwodowego V_w oraz posuwu osiowego v_{fa} . Gdy ściernica znajduje się poza przedmiotem obrabianym realizowany jest posuw promieniowy f_r [mm] zwany dosuwem, który równy jest założonej głębokości szlifowania a_e [mm]. Do zdjęcia nadatku w szlifowaniu wałków zwykle koniecznej jest kilka lub kilkanaście przejść, przy czym przejścia wykończeniowe realizowane są dla bardzo małych wartości dosuwu a_e . Posuw osiowy $f_a = a_p$, jako posuw wzdłuż osi ściernicy na jeden obrót przedmiotu nie może być większy od szerokości ściernicy b_s . Zwykle przyjmuje się $f_a = (0,2 - 0,9)b_s$, w zależności od średnicy przedmiotu d_w i wymaganej gładkości powierzchni.

• **Szlifowanie wgłębne**

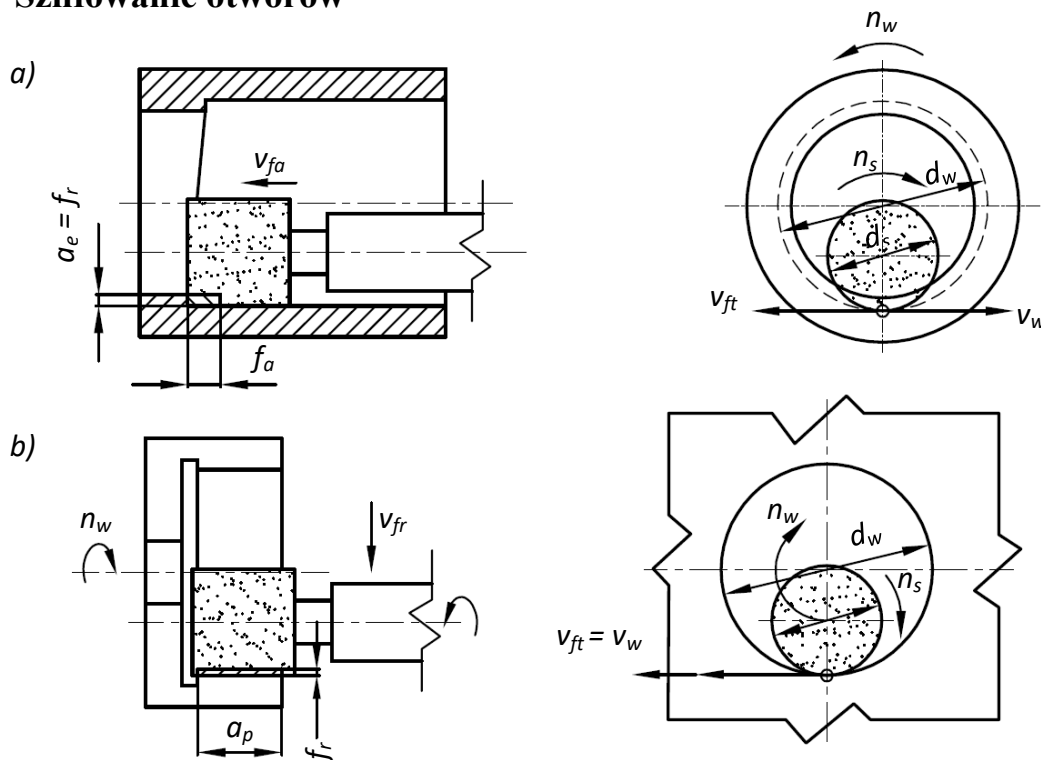
W obróbce tej zarys przedmiotu obrabianego jest odwzorowaniem zarysu czynnej powierzchni ściernicy. Obróbka realizowana jest przy ciągłym posuwie wgłębny promieniowym v_{fr} , który wynosi:

$$f_r = a_e = \frac{v_{fr}}{n_w} \left[\frac{\text{mm}}{\text{obr}} \right]$$



Rys. 16. Szlifowanie wałków: a), b) wgłębne obwodem ściernicy, c) wzdłużne czołem ściernicy, d) wgłębne czołem ściernicy

13. Szlifowanie otworów



Rys. 17. Szlifowanie otworów: a) wzdłużne, b) wgłębne, c) planetarne (obiegowe)

Możemy wyróżnić dwa rodzaje kinematyczne szlifowania otworów. W pierwszym przypadku ściernica wykonuje ruch obrotowy z prędkością skrawania V_s oraz ruch posuwowy wzdłużny V_{fa} i jednocześnie przedmiot obrabiany wykonuje ruch obrotowy z prędkością V_w (rys. 17a). W drugim przypadku ściernica wykonuje ruch posuwowy promieniowy V_{fr} a szerokość ściernicy jest większa od głębokości szlifowania a_p (rys. 17b).

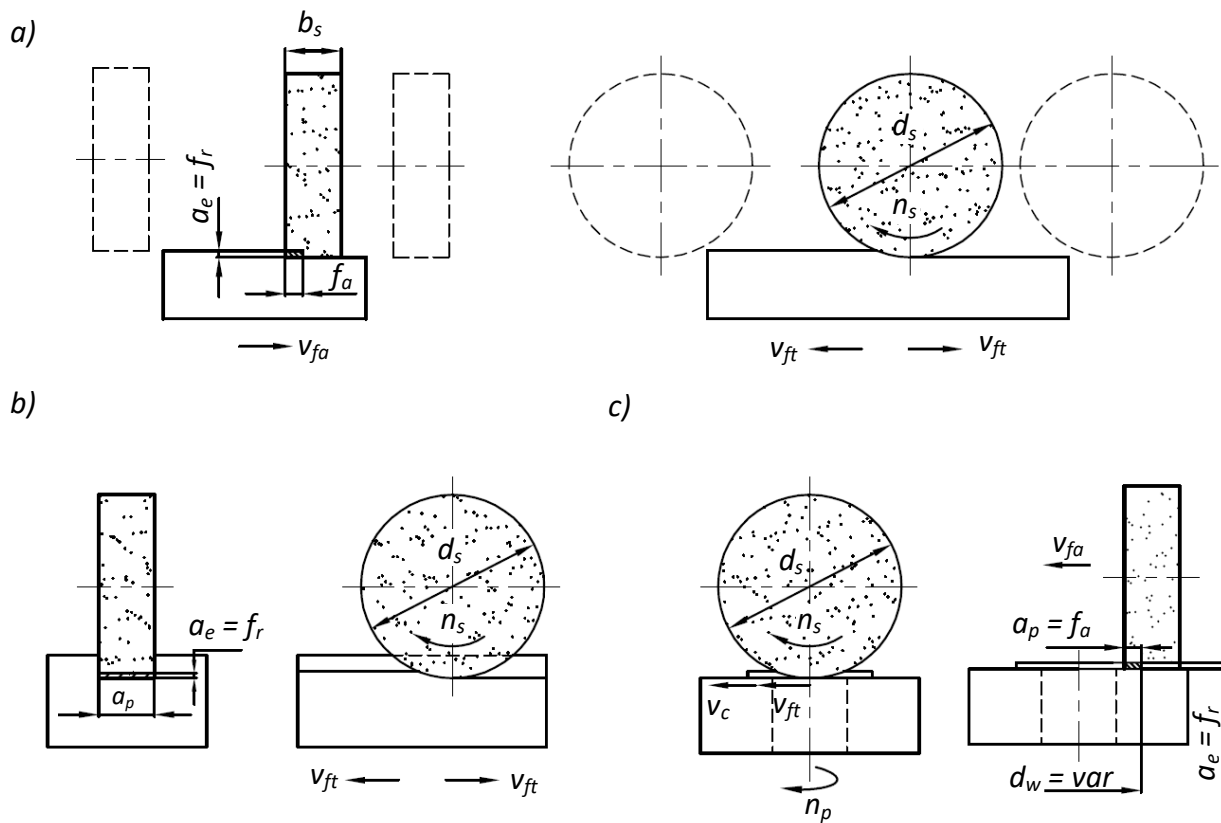
Natomiast na rys. 17c przedstawiono szlifowania planetarne otworów, które stosuje się w przypadkach, gdy nie można wprawić przedmiotu obrabianego w ruch obrotowy. Wtedy ściernica wykonuje ruch główny obrotowy – wokół własnej osi oraz ruch obrotowy posuwowy wzdłuż szlifowanej powierzchni obrotowej otworu.

14. Szlifowanie płaszczyzn

Ze względu na ustawienie ściernicy względem przedmiotu obrabianego możemy wyróżnić: szlifowanie płaszczyzn obwodem ściernicy bądź powierzchnią czołową ściernicy.

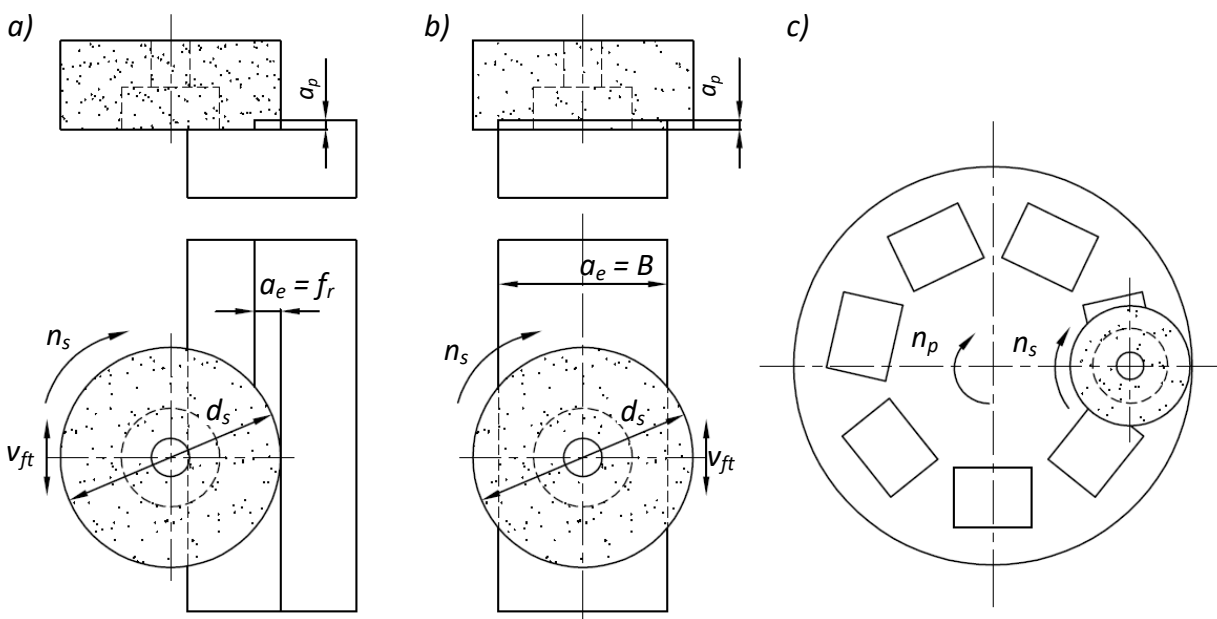
- **Szlifowanie obwodowe** stosuje się do obróbki przedmiotów o niewielkiej sztywności, od których wymaga się dużej dokładności oraz wówczas, gdy wskazane jest, z powodu stosunkowo małej powierzchni styku ściernicy z materiałem obrabianym, ograniczenie niekorzystnych wpływów temperatury na wyniki procesu. Ściernica wykonuje ruch obrotowy z prędkością v_s natomiast przedmiot zamocowany na stole magnetycznym wykonuje ruch wzdłużny i poprzeczny w określonym cyklu pracy. Głębokość zbieranej warstwy skrawanej dokonywana jest ręcznie. Na rys. 18 przedstawiono schemat szlifowania płaszczyzn powierzchnią obwodową.

Do szlifowania powierzchni płaskich, węższych od szerokości ściernicy b_s są potrzebne tylko styczne ruchy posuwowe o prędkości V_{ft} i ruchy dosuwowe (okresowy posuw promieniowy o prędkości V_{fr}). Jeżeli szlifowane powierzchnie są szersze niż szerokość ściernicy, to występują dodatkowo ruchy dosuwowe w kierunku równoległym do osi ściernicy (okresowy posuw osiowy o prędkości V_{fa}).



Rys. 18. Obwodowe szlifowanie płaszczyzn: a) wzdłużne, b) wgłębne, c) obrotowe

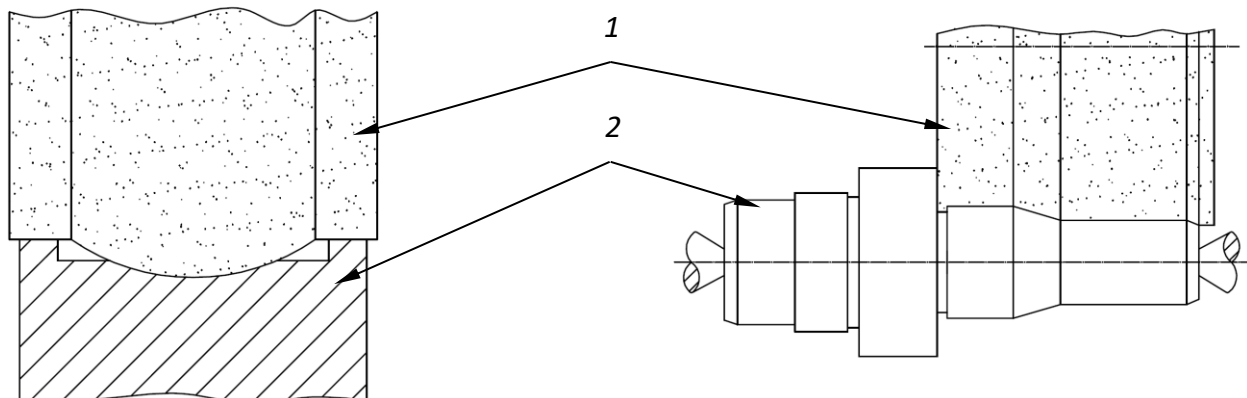
- Przy **czołowym szlifowaniu płaszczyzn** wrzeciono ściernicy jest zazwyczaj ustawione prostopadle do powierzchni obrabianej (rys. 19). Proces ten jest szczególnie zalecany do obróbki powierzchni nieciągłych, a więc do obróbki przedmiotów o dużych otworach, wykrojach i pogłębieniach na powierzchni. Zmiany oporów skrawania występujące podczas obróbki tego rodzaju powierzchni, niekorzystne zwłaszcza przy znacznej ich niepłaskości, są mniejsze przy szlifowaniu czołowym niż przy obwodowym. Z kolei jednak niebezpieczeństwo powstawania przypaleń i pęknięć jest większe niż przy szlifowaniu obwodowym.



Rys. 19. Czołowe szlifowanie płaszczyzn: a) niesymetryczne, b) symetryczne, c) na stole obrotowym

15. Szlifowanie kształtowe

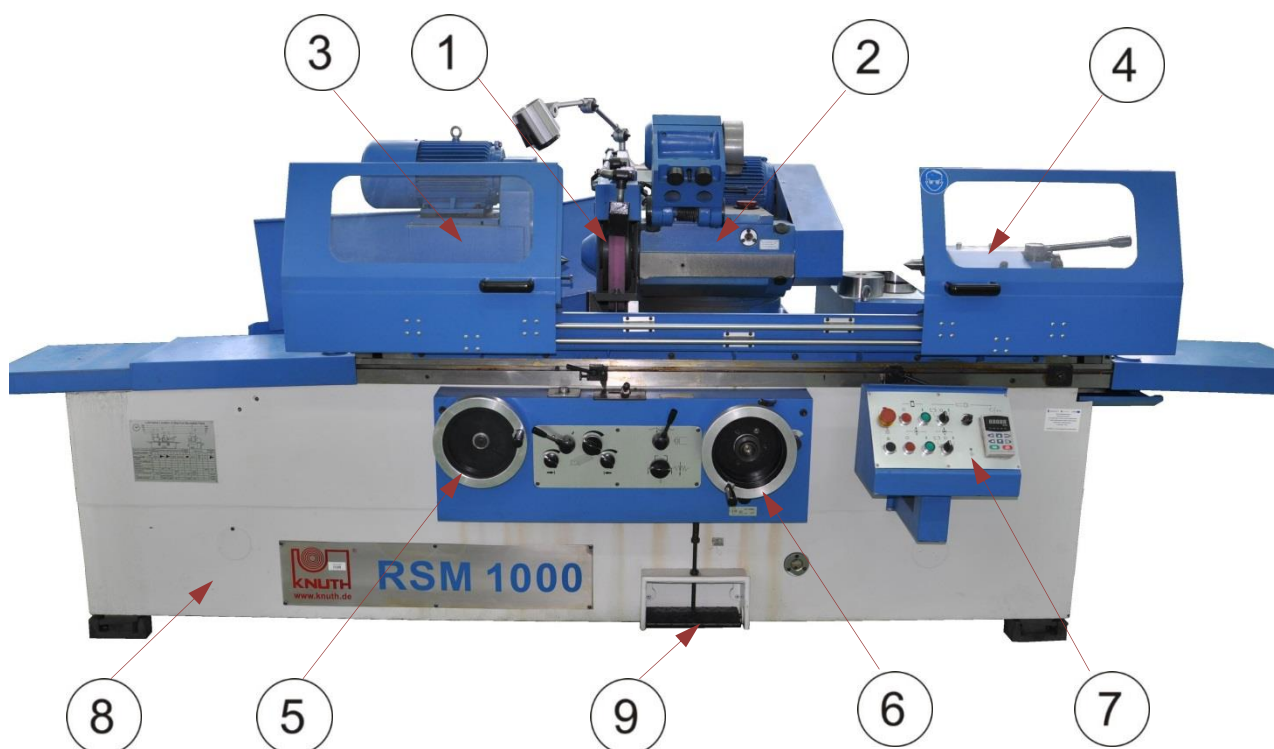
Szlifowanie kształtowe polega na odwzorowaniu kształtu ściernicy na powierzchni przedmiotu obrabianego. Ściernica wprowadzona jest w ruch obrotowy z prędkością V_s i wykonuje ruch poprzeczny w kierunku materiału obrabianego. Na rys. 20 przykłady szlifowania kształtowego powierzchni walcowych.



Rys. 20. Szlifowanie kształtowe powierzchni obrotowych. 1 – ściernica, 2 – przedmiot obrabiany

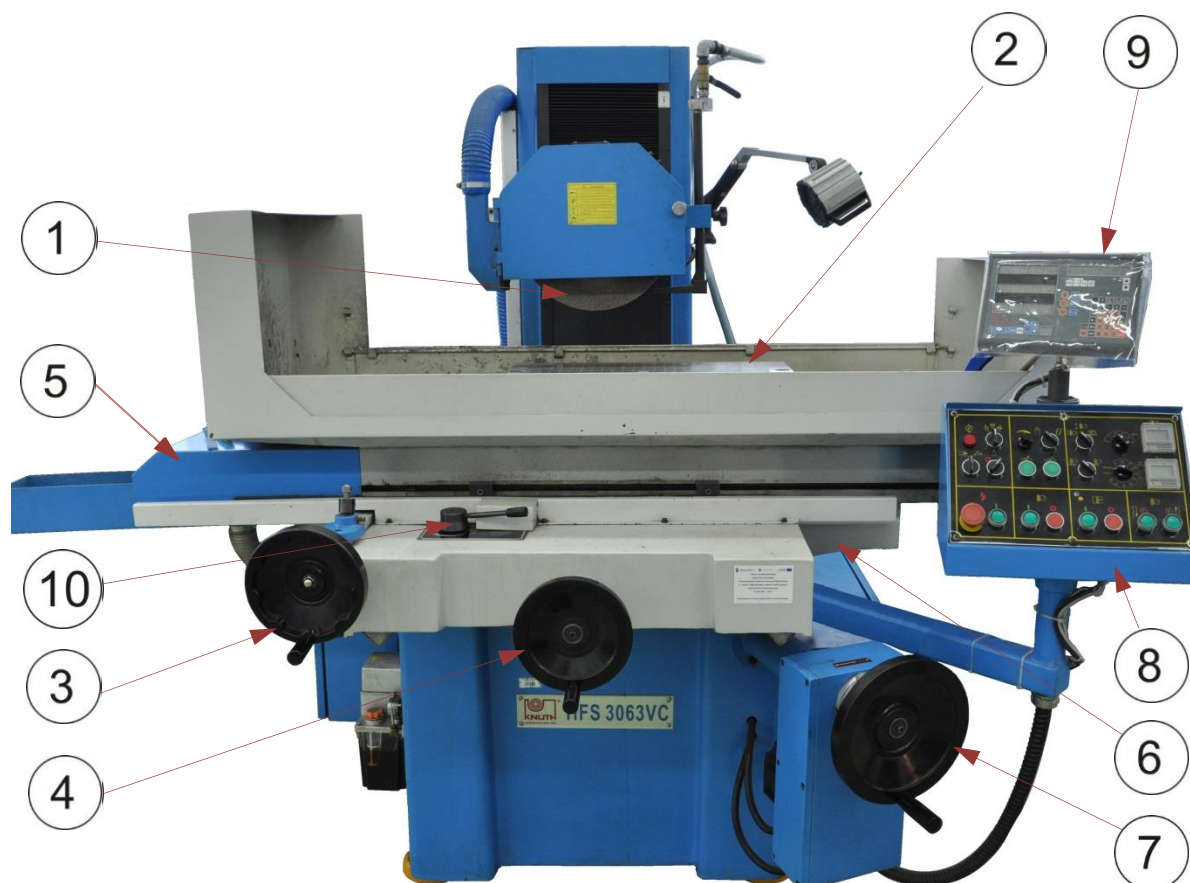
19. Stanowisko laboratoryjne

Szlifowanie wałków realizowane jest na szlifierce uniwersalnej RSM 1000 (rys. 21). Szlifierka ta pozwala na obróbkę powierzchni walcowych i stożkowych zarówno zewnętrznych jak i wewnętrznych dokładnością IT6 i IT5. Przeznaczona jest do narzędziowni oraz produkcji jednostkowej.



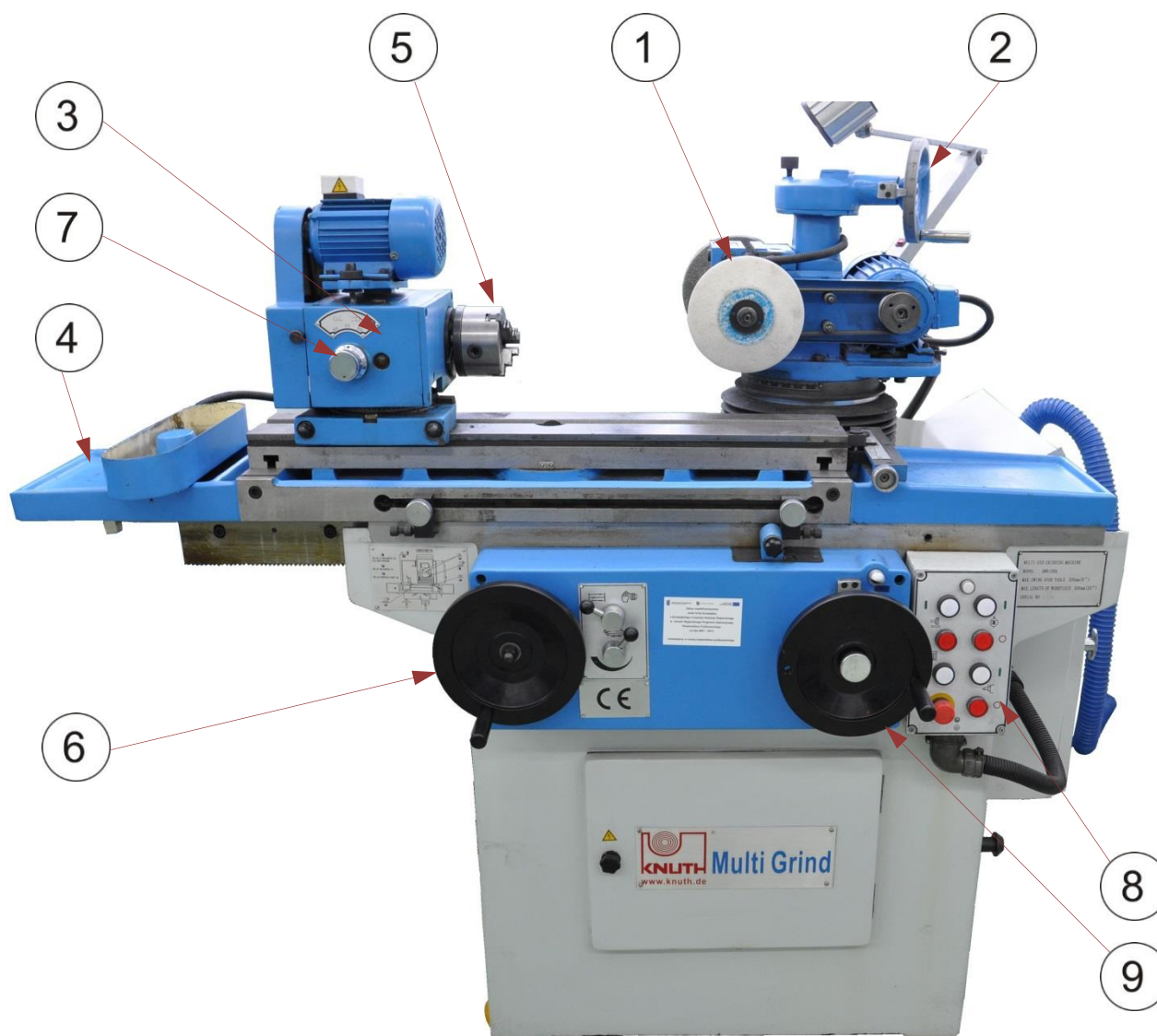
Rys. 21. Szlifierka do wałków: 1 – ściernica, 2 – wrzeciennik ściernicy, 3 – wrzeciennik przedmiotu obrabianego, 4 – konik, 5 – pokrętło przesuwu wzdłużnego, 6 – pokrętło posuwu ściernicy, 7 – panel sterowania elektrycznego, 8 – łożo, 9 – pedał nożny wycofania tulei konika

Szlifowanie płaszczyzn realizowane jest na szlifierce HFS 3063VC (rys. 22). Szlifierka ta jest używana do obróbki elementów średnich i małych w warsztatach obróbkowych przy obróbce elementów odlewanych i narzędzi z różnych materiałów takich jak stal, żeliwo czy metali nieżelaznych. Używana jest głównie do bardzo precyzyjnego szlifowania powierzchni ściernicą czołową w celu uzyskania niskich chropowatości. Możliwe jest także szlifowanie powierzchnią czołową ściernicy pionowych powierzchni elementów, które mocowane są bezpośrednio na stole magnetycznym obrabiarki.



Rys. 22. Szlifierka do płaszczyzn: 1 – ściernica, 2 – stół magnetyczny, 3 – pokrętło przesuwu wzdłużnego, 4 – pokrętło przesuwu poprzecznego, 5 – suport wzdłużny, 6 – suport poprzeczny, 7 – pokrętło dosuwu promieniowego, 8 – panel sterowania elektrycznego, 9 – wyświetlacz pozycji suportów, 10 – dźwignia załączania ruchu oscylacyjnego stołu

Szlifowanie otworów realizowane jest na multiszlifierce uniwersalnej firmy KNUTH (rys. 23). Posiada cechy zarówno szlifierki uniwersalnej do wałków, płaszczyzn jak i szlifierki narzędziowej. Przeznaczona jest do szlifowania powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych oraz powierzchni płaskich jak również ostrzenia standardowych narzędzi obróbkowych m. in.: frezy, rozwiertaki, dłutaki, frezy obwiedniowe o zębach prostych. Maszyna ta nadaje się do małych fabrykach, warsztatów narzędziowych, warsztatów naprawczych oraz instytucji badawczych, naukowych i technologicznych.



Rys. 23. Multiszlifierka: 1 – ściernica, 2 – pokrętło posuwu pionowego, 3 – wrzeciennik przedmiotu obrabianego, 4 – suport wzdłużny, 5 – uchwyt trójszczękowy, 6 – pokrętło przesuwu wzdłużnego, 7 – pokrętło zmiany prędkości obrotowej przedmiotu obrabianego, 8 – panel sterowania elektrycznego, 9 – pokrętło przesuwu poprzecznego

20. Wykonanie przedmiotów z zastosowaniem różnych operacji szlifierskich

Lista operacji do wykonania:

1. Szlifowanie wzdłużne wałka obwodem ściernicy
2. Szlifowanie wzdłużne powierzchni płaskiej obwodem ściernicy
3. Szlifowanie wzdłużne otworu

SPRAWOZDANIE

Nazwisko i Imię:

Przedmiot:

OBRÓBKA SKRAWANIEM I NARZĘDZIA

Ćwiczenie:

Szlifowanie

1. Przeprowadzić obliczenia parametrów skrawania dla podanych danych.

$$n_s = \dots\dots\dots \text{ obr/min}$$

$$d_s = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$n_w = \dots\dots\dots \text{ obr/min}$$

$$d_w = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$f_a = \dots\dots\dots \text{ mm/obr}$$

$$f_r = \dots\dots\dots \text{ mm/obr}$$

$$a_p = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$a_e = \dots\dots\dots \text{ Mm}$$

2. Obliczyć parametry obciążania.

3. Wyjaśnić oznaczenie ściernicy.