

# Obróbka ścierna

---

**Obróbką ścierną** nazywa się takie sposoby obróbki skrawaniem, w których proces obróbkowy dokonywany jest za pomocą narzędzi ściernych lub luźnego ścierniwa tj. narzędzi o nie oznaczonej ściśle liczbie i kształcie ostrzy skrawających, które zamieniają warstwę skrawaną na wióry lub pył o wielkości najczęściej niedostrzegalnej gołym okiem i w pewnej części utlenione.

## Cechy charakterystyczne obróbki ścierniej:

- tylko część ostrzy skrawa pozostałe rysują bądź tylko trą o nią,
- rozmiary warstwy skrawanej przypadające na jedno ostrze są bardzo małe – rzędu mikrometrów,
- duże prędkości skrawania (w przypadku szlifowania) mogące przekraczać kilkunastokrotnie prędkości stosowane w obróbce wiórowej materiałów twardych,
- duża energochłonność procesu.

# Obróbka ścierna

---

Wyróżniamy szlifowanie:

- powierzchni obrotowych zewnętrznych,
- szlifowanie powierzchni obrotowych wewnętrznych,
- szlifowanie płaszczyzn,
- uzębień oraz gwintów.

Szlifowanie powierzchni obrotowych zewnętrznych dzielimy na :

- ❖ **Wzdłużne szlifowanie walcowe kłowe**, gdzie obrabiany przedmiot zamocowany jest w kłach i obraca się przeciwnie do narzędzia, ściernica wykonuje ruch główny, występuje również ruch posuwowy narzędzia i przedmiotu obrabianego, kolejne warstwy są usuwane w kolejnych przejściach narzędzia.
- ❖ **Wgłębne szlifowanie walcowe kłowe**, gdzie występuje dosuw promieniowy, prostopadły do osi obrotu przedmiotu obrabianego
- ❖ **Walcowe bezkłowe**, gdzie bazą obróbczą jest średnica zewnętrzna obrabianego wałka. Przedmiot obrabiany jest wprowadzany w ruch obrotowy tarczą prowadzącą za pomocą siły tarcia. Część opiera się o podtrzymkę.

# Obróbka ścierna

---

Wyróżniamy szlifowanie:

- powierzchni obrotowych zewnętrznych,
- szlifowanie powierzchni obrotowych wewnętrznych,
- szlifowanie płaszczyzn,
- uzębień oraz gwintów.

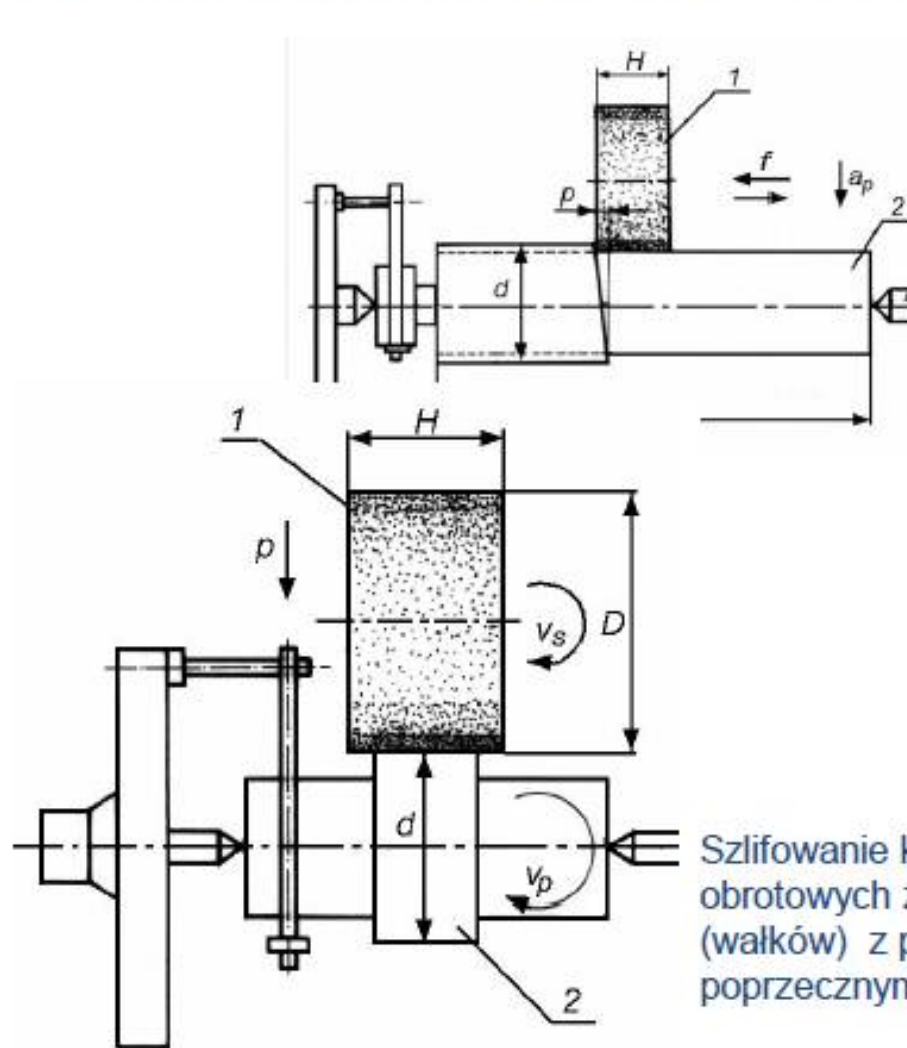
Szlifowanie powierzchni obrotowych zewnętrznych dzielimy na :

- ❖ **Wzdłużne szlifowanie walcowe kłowe**, gdzie obrabiany przedmiot zamocowany jest w kłach i obraca się przeciwnie do narzędzia, ściernica wykonuje ruch główny, występuje również ruch posuwowy narzędzia i przedmiotu obrabianego, kolejne warstwy są usuwane w kolejnych przejściach narzędzia.
- ❖ **Wgłębne szlifowanie walcowe kłowe**, gdzie występuje dosuw promieniowy, prostopadły do osi obrotu przedmiotu obrabianego
- ❖ **Walcowe bezkłowe**, gdzie bazą obróbczą jest średnica zewnętrzna obrabianego wałka. Przedmiot obrabiany jest wprowadzany w ruch obrotowy za tarczą prowadzącą za pomocą siły tarcia. Część opiera się o podtrzymkę.

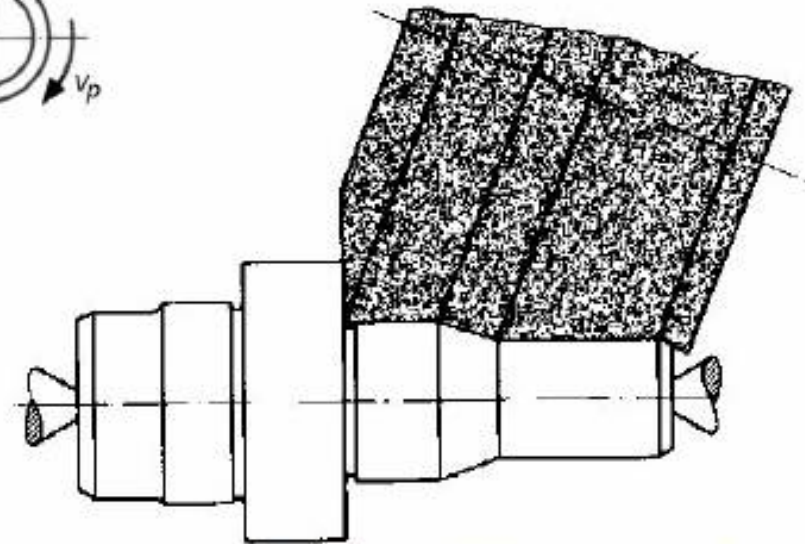
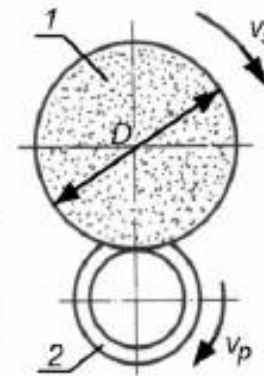
# Obróbka ścierna

## SZLIFOWANIE POWIERZCHNI OBROTOWYCH, ZEWNĘTRZNYCH

Szlifowanie kłowe powierzchni obrotowych zewnętrznych (wałków) z posuwem wzdłużnym



Szlifowanie kłowe powierzchni obrotowych zewnętrznych (wałków) z posuwem poprzecznym

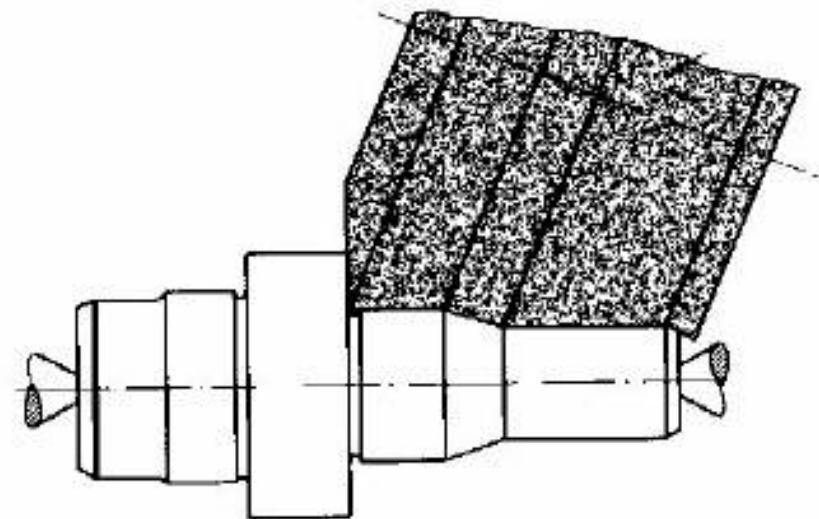
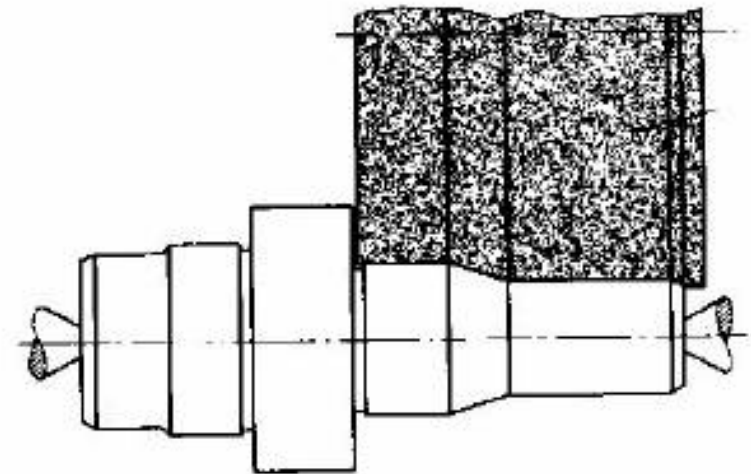
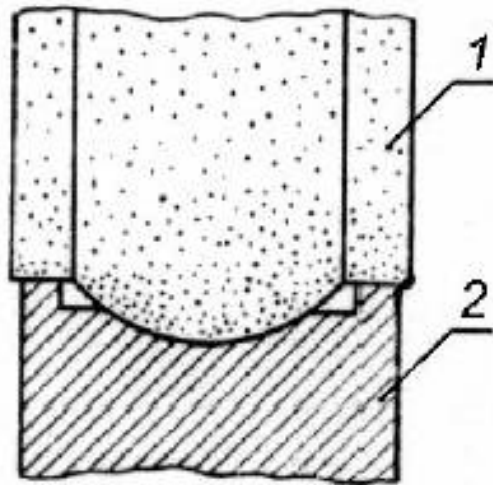


Szlifowanie kłowe powierzchni obrotowych zewnętrznych (wałków) z posuwem skośnym



# Obróbka ścierna

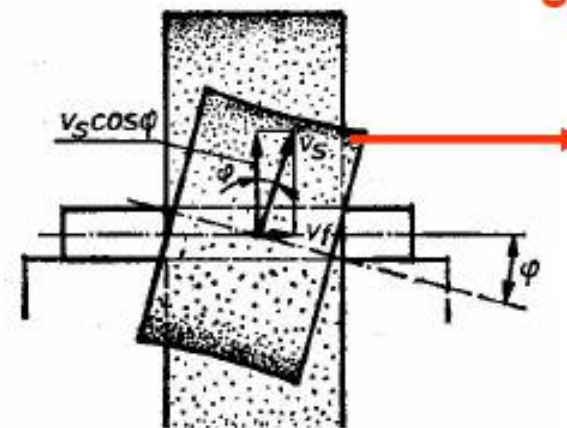
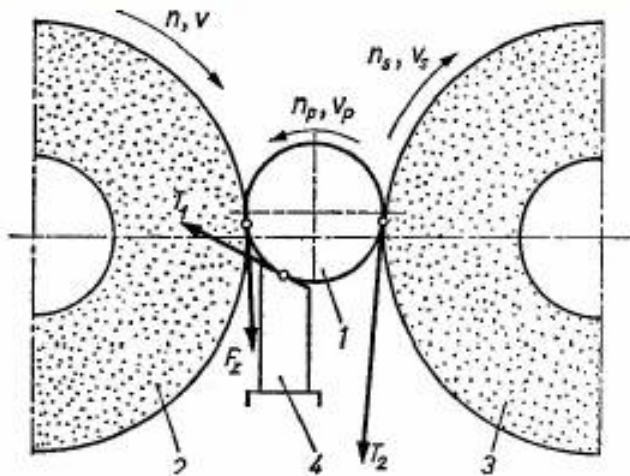
## SZLIFOWANIE KSZTAŁTOWE POWIERZCHNI OBROTOWYCH



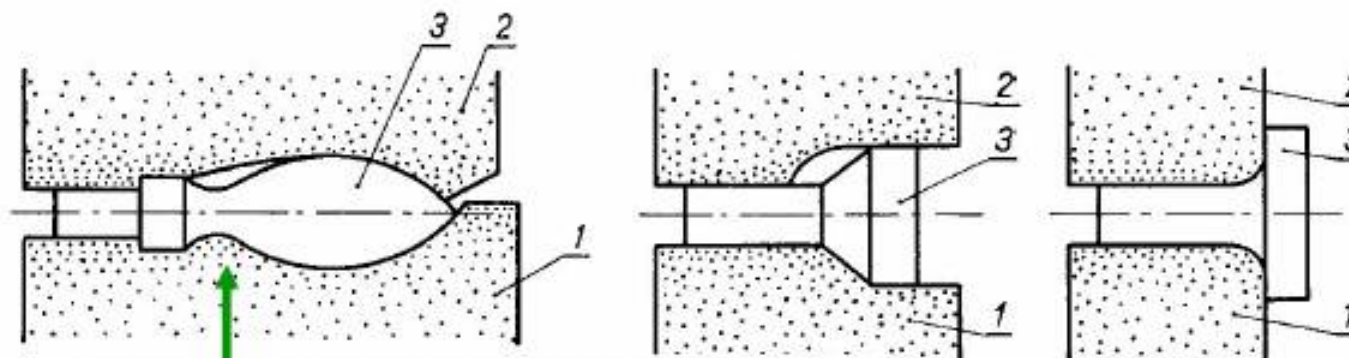
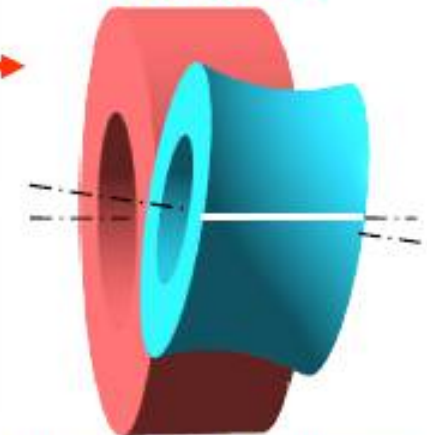
# Obróbka ścierna

## SZLIFOWANIE BEZKŁOWE POWIERZCHNI OBROTOWYCH

W szlifowaniu bezkłowym przedmiot (1) nie jest mocowany ani w kłach ani w uchwycie lecz opiera się o podtrzymkę (4) lub/i boczne listwy prowadzące oraz dociskany jest do tarczy ściemnej (2)



**Szlifowanie bezkłowe, wzdłużne**



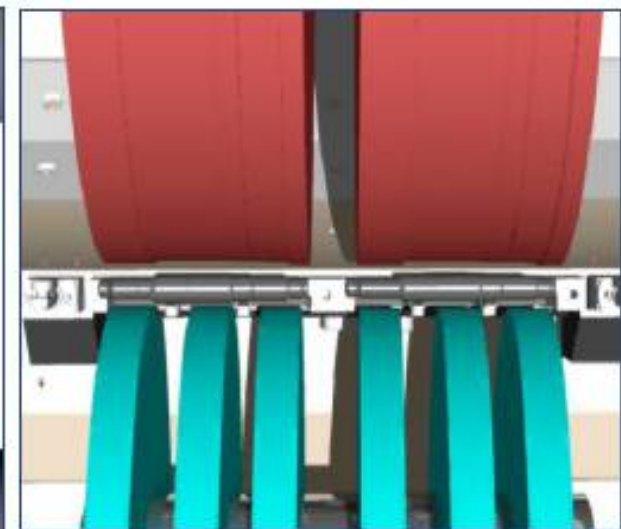
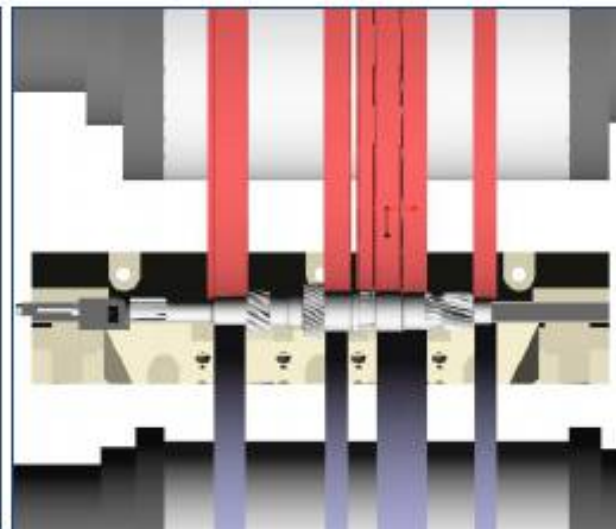
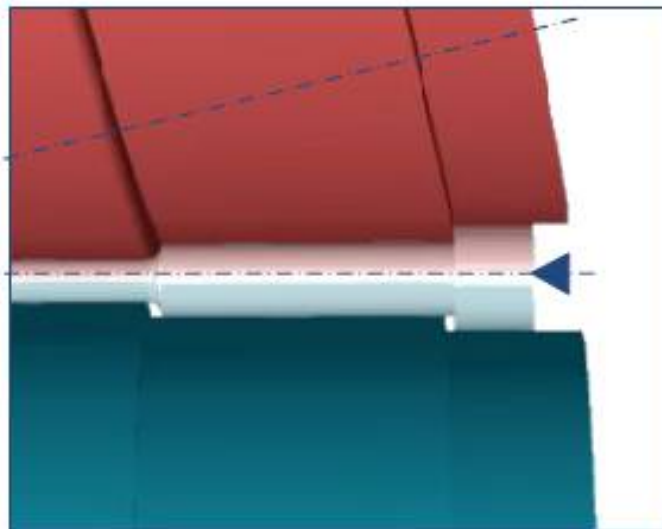
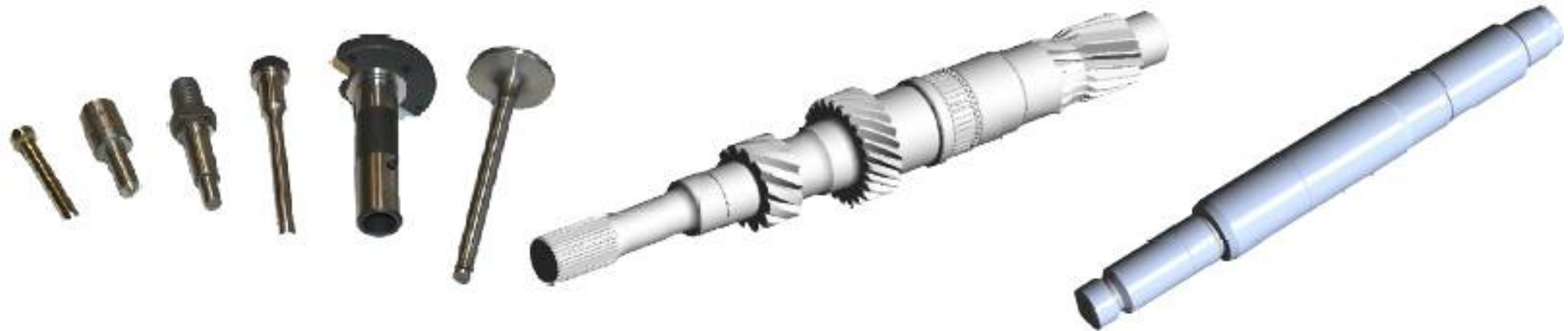
**Szlifowanie bezkłowe, poprzeczne**

**Szlifowanie bezkłowe, kształtowe:**

- 1 – tarcza ścierna,
- 2 – tarcza prowadząca,
- 3 – przedmiot obrabiany

# Obróbka ścierna

## SZLIFOWANIE BEZKŁOWE POWIERZCHNI OBROTOWYCH





# Obróbka ścierna

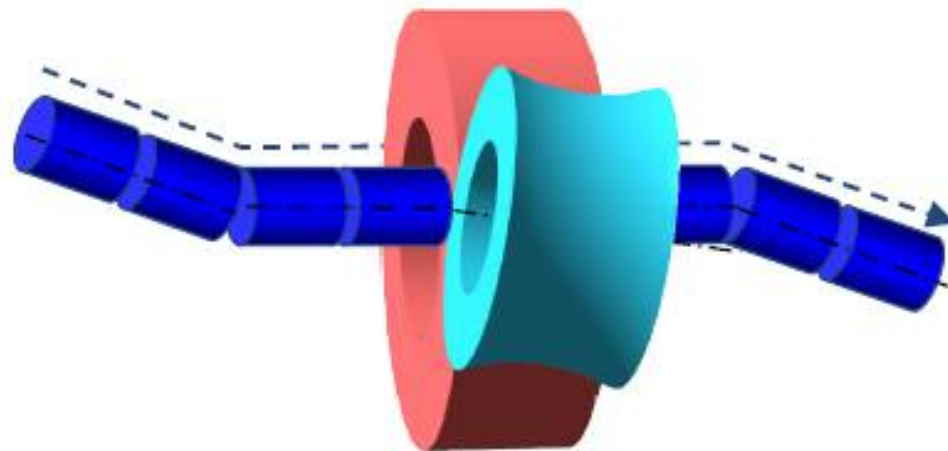
## SZLIFOWANIE BEZKŁOWE

### Zalety szlifowania bezkłowego:

- duża wydajność (bardzo krótkie czasy pomocnicze – w szlifowaniu wzdłużnym przelotowym mogą być zredukowane nawet do zera).
- możliwość łatwej automatyzacji cyklu pracy.

### Wady szlifowania bezkłowego:

- możliwość kopiowania się błędów półfabrykatu ze względu na to, że bazą obróbkową jest powierzchnia obrabiana.
- możliwość powstawania graniastości powierzchni obrotowych.





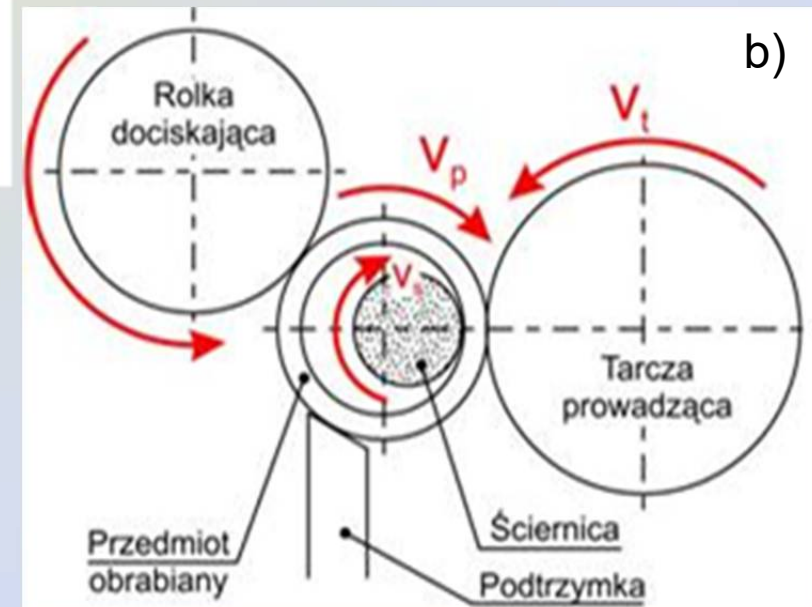
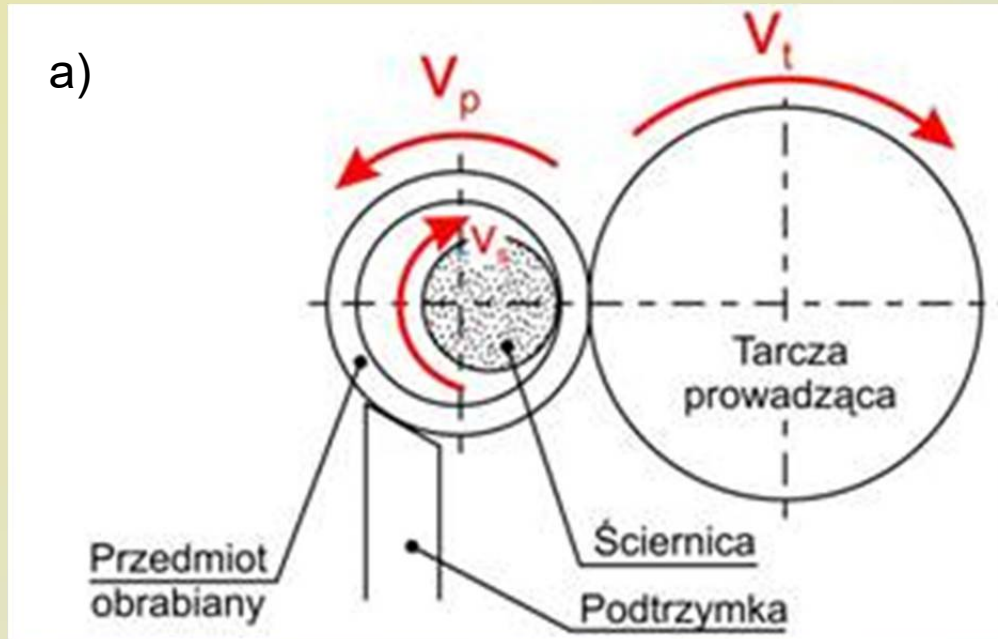
# Obróbka ścierna

---

Szlifowanie powierzchni obrotowych wewnętrznych dzielimy na :

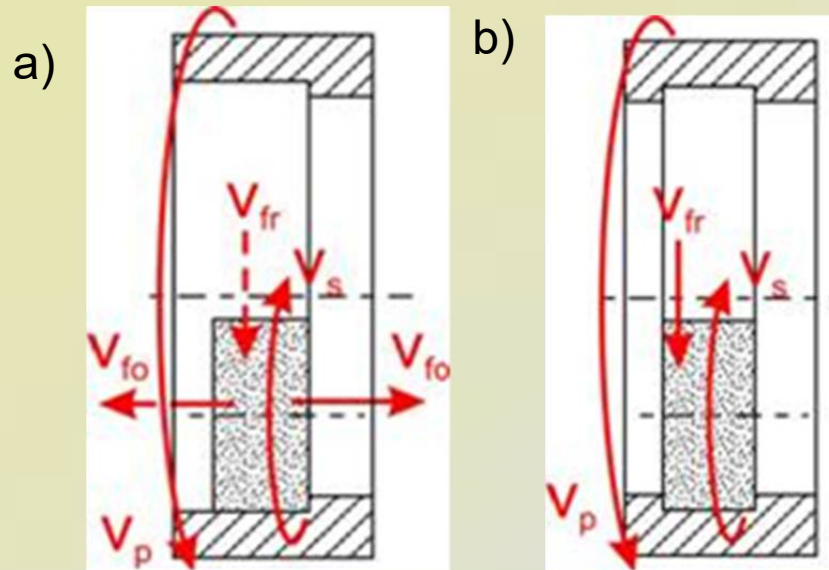
- **Bezłowe:** część obrabiana napędzana jest tarczą prowadzącą, która opiera się na rolce podtrzymującej lub podtrzymce, dodatkowo może być dociskana do tarczy prowadzącej za pomocą rolki.
- **Walcowe** - wzdłużne oraz wgłębne
- **Obiegowe**, zwane inaczej planetarnym, stosowane do szlifowania otworów w przedmiotach, w których nadanie ruchu obrotowego jest niemożliwe lub bardzo trudne do wykonania. Ruchy główne i posuwowe wykonuje ściernica, która porusza się w trajektorii planetarnej dookoła osi otworu przy jego ścianie i jednocześnie wzdłuż osi otworu

# Obróbka ścierna

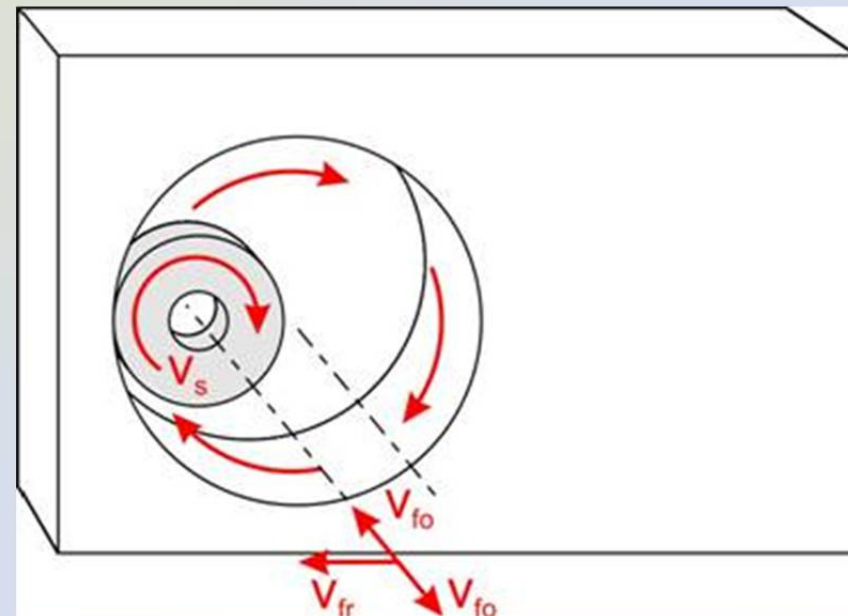


Szlifowanie wewnętrzne bezkłowe: a) z tarczą prowadzącą i podtrzymką, b) z tarczą prowadzącą, podtrzymką i rolką

# Obróbka ścierna



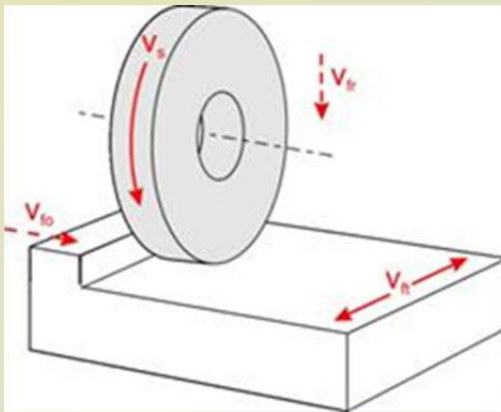
Szlifowanie wewnętrzne walcowe  
a) wzdłużne, b) wgłębne



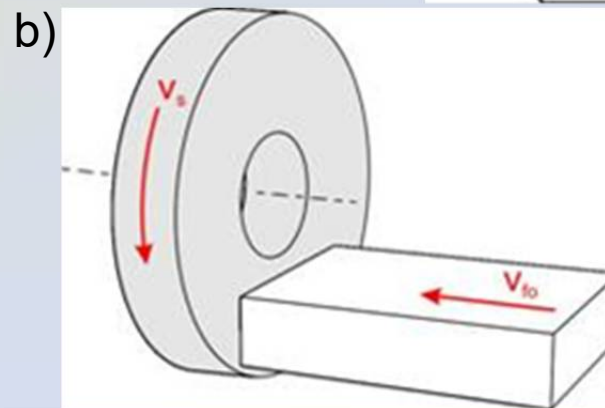
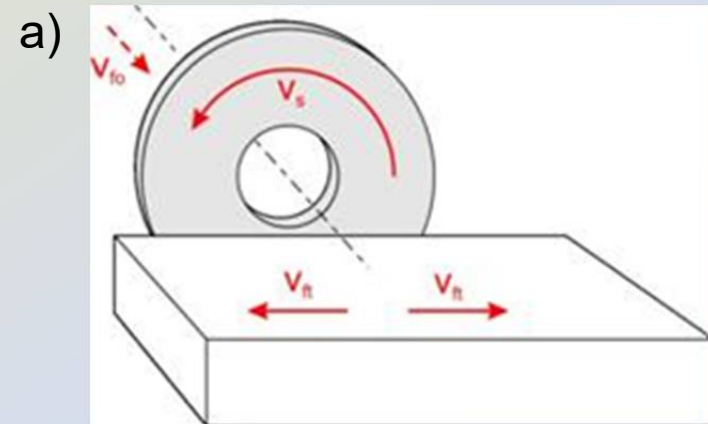
Kinematyka szlifowania wewnętrznego planetarnego

# Obróbka ścierna

**Szlifowanie płaszczyzn** może być wykonywane powierzchnią czołową i obwodową ściernicy. Ruch posuwowy wykonuje ściernica oraz przedmiot obrabiany. Może być realizowane jako przeciwbieżne i współbieżne. Bardziej korzystne jest szlifowanie przeciwbieżne, stosuje się je głównie do obróbki części o niedużej sztywności, od których wymaga się wysokiej dokładności.



Obwodowe szlifowanie płaszczyzn



Czołowe szlifowanie płaszczyzn a) wzdłużne z posuwem stycznym, b) wstępne z ciągłym posuwem osiowym



# Obróbka ścierna

---

**Gładzenie (honowanie)** jest ścierną obróbką wykańczającą, stosowaną w celu poprawienia dokładności kształtu i wymiarów oraz uzyskania odpowiedniej jakości warstwy wierzchniej (naprężenia). Nie poprawia ona jednak położenia osi otworu. W obróbce tej ruch główny obrotowy wykonuje narzędzie, które najczęściej także wykonuje ruchy posuwowe posuwisto-zwrotne.

Gładzenie jest obróbką, w której w wyniku mikroskrawania, realizowanego w trakcie złożonego ruchu głowicy i cylindra z udziałem cieczy smarująco-chłodzącej usuwany jest naddatek rzędu 0,02-0,1 mm. Cylinder wykonuje ruch obrotowy, natomiast głowica ruchy posuwisto-zwrotne w zakresie długości cylindra. Tory odpowiednich ziaren mają **kształt krzyżujących się linii śrubowych**. Tworzą one charakterystyczną dla tego procesu siatkę. Priorytetem gładzenia jest uzyskanie wysokiej dokładności wymiarowo-kształtowej oraz kierunkowości struktury i wartości chropowatości, które są korzystne dla współpracy ruchowej elementów. Metodę tę stosuje się do obróbki powierzchni cylindrycznych wewnętrznych takich jak: tuleje silników spalinowych, amortyzatorów, pomp, siłowników hydraulicznych itp.



# Obróbka ścierna

---

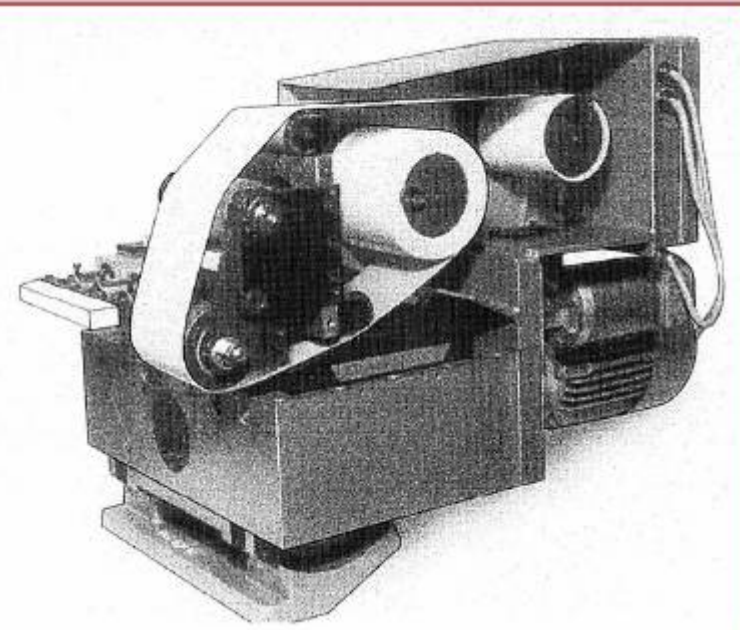
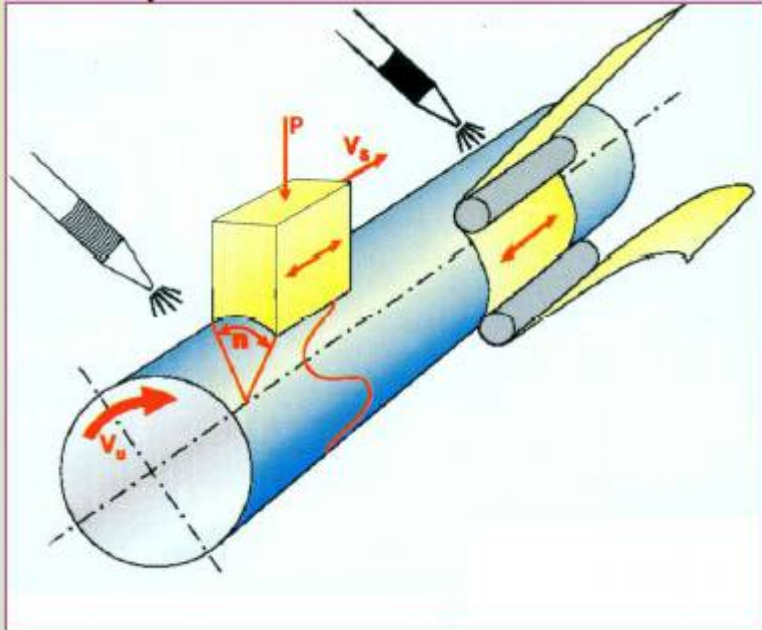
## W porównaniu ze szlifowaniem odznacza się:

- większą liczbą jednocześnie skrawających ziaren ściernych,
- mniejszymi o około 2-rzędy prędkościami skrawania (20-70m/min),
- kilkunastokrotnie mniejsze naciski powierzchniowe 0,2-1,4 MPa,
- znacznie mniejsze temperatury skrawania (50-100),
- korzystny rozkład naprężeń ściskających w WW (zimny model konstituowania naprężeń),
- możliwość uzyskania mniejszych chropowatości  $R_a = 0,02\mu\text{m}$ .
- gładzenie jest obróbką bardzo wydajną, dokładną IT5-6, a przy tym nie wymagającą drogich i skomplikowanych obrabiarek.

# Obróbka ścierna

## DOGŁADZENIE OSCYLACYJNE (superfinish)

**Dogładzanie oscylacyjne** jest jednym ze sposobów obróbki ścierniej wykończeniowej, w której narzędzie, w postaci osełki lub folii ścierniej, wykonuje ruch oscylacyjny korzystnie w kierunku prostopadłym do kierunku śladów obróbki poprzedzającej. Kierunek ruchu wypadkowego ziaren ściernych jest nieprzerwanie zmienny, a tory ich śladów zbliżone są do sinusoidy. Ruch posuwowy podczas dogładzania wykonuje narzędzie lub przedmiot obrabiany.





# Obróbka ścierna

---

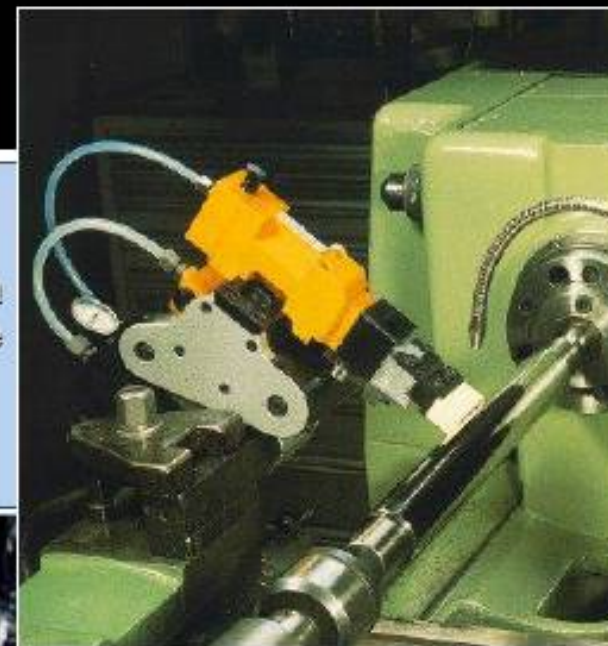
## DOGŁADZENIE OSCYLACYJNE (superfinish)

Zadaniami dogładzania oscylacyjnego są zmniejszenie chropowatości powierzchni, zmniejszenie błędów kształtu oraz pozyskanie korzystnych własności warstwy wierzchniej. Rezultatami jest zwiększenie wytrzymałości zmęczeniowej, zmniejszenie zużycia ściernego współpracujących części, a więc zwiększenie trwałości elementów wyrobu. Dogładzania oscylacyjne może być stosowane do powierzchni płaskich. Ten rodzaj obróbki nie wymaga pozostawiania naddatków, gdyż następuje bez zmiany wymiarów przedmiotu. Dogładzanie różni się od gładzenia tym, że wstępują mniejsze naciski, mniejsza prędkość skrawania oraz krótsze ruchy oscylacyjne.



# Obróbka ścierna

## DOGLĄDZENIE OSCYLACYJNE (superfinish)

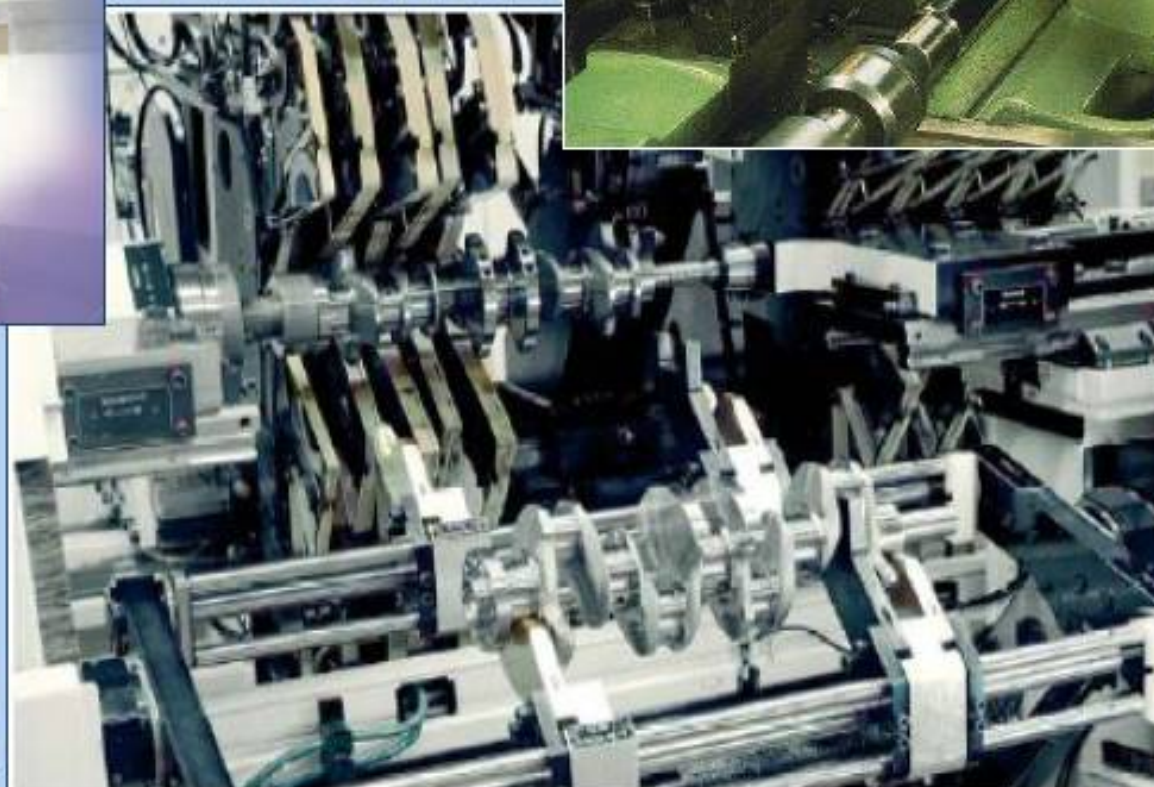


Głowica do dogładzania zamocowana na tokarce



Głowica z taśmą do dogładzania firmy LOESER

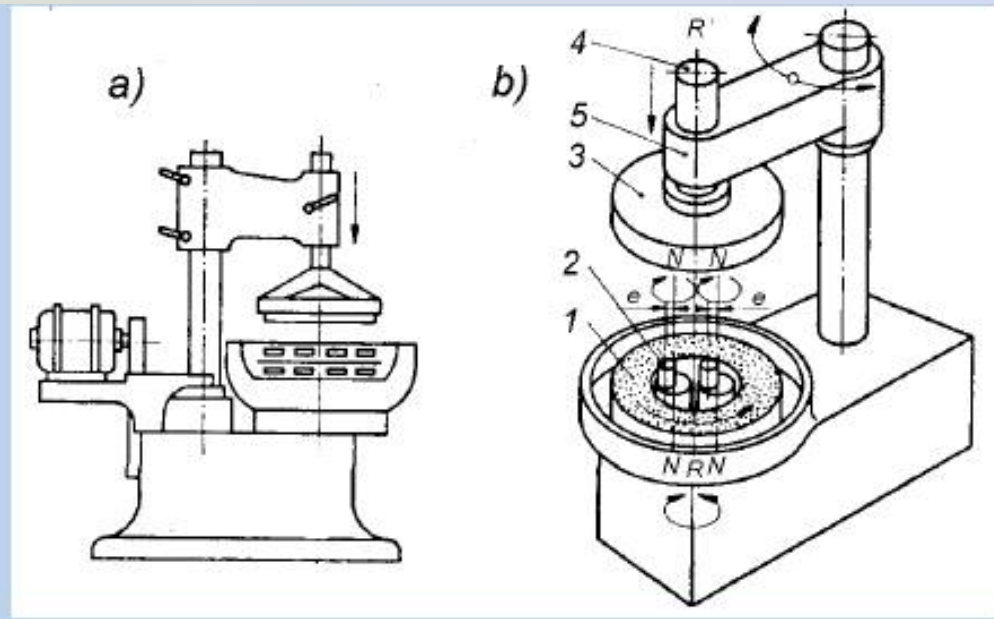
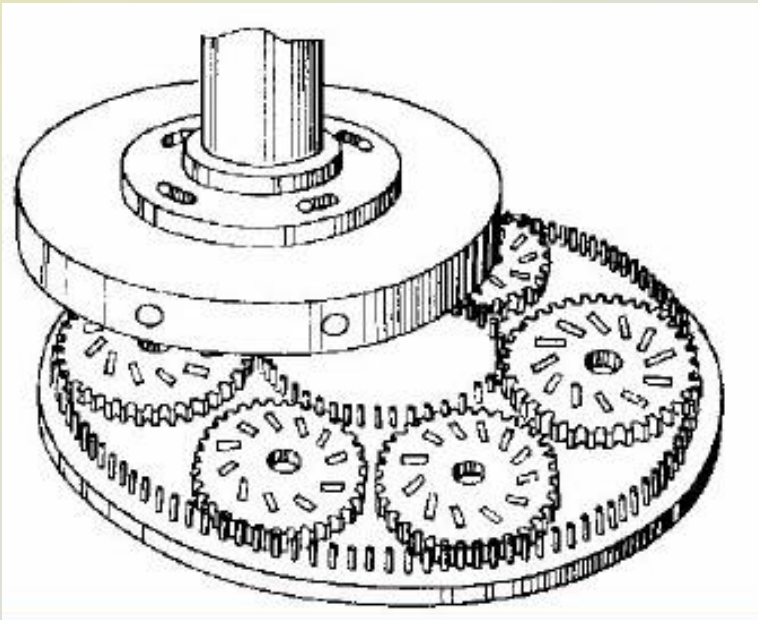
Dogładzanie wałka rozrządu taśmami ściernymi na obrabiarce produkcji firmy SUPFINA



# Obróbka ścierna

## DOCIERANIE

Obróbką poprzedzającą docieranie jest najczęściej szlifowanie, gładzenie lub dokładnie toczenie. Teoretycznie wystarczające są naddatki równe wysokości chropowatości, praktycznie zaś nie przekraczają one 0,02mm i na obróbkę wstępną wynoszą 0,005-0,015mm, a na wykończeniową 0,005mm. Powierzchnia po docieraniu jest zwykle **matowa**. Połysk można uzyskać do docieraniu polerującym





# Obróbka ścierna

---

## DOCIERANIE

Docieranie – jest jednym z najdokładniejszych sposobów obróbki wykańczającej ścierniej polegający na ruchu powierzchni docieranej przedmiotu względem płyty do docierania, tarczy napędzanej mechanicznie, docieraka lub powierzchni przedmiotu współpracującego. Między powierzchnie wprowadza się mieszaninę luźnego ścierniwa o określonej wielkości ziaren z cieczą o proporcji właściwej danemu procesowi docierania i wybranym rodzaju składników. Podstawowymi składnikami ciesz są oleje, tłuszcze, stearyna, nafta, żel krzemowy itp. Tory ziaren ściernych nie powinny się pokrywać, lecz być równomiernie rozłożone na całej powierzchni

Powierzchnia docierana tworzona jest wskutek mikroskrawania luźnych ziaren ściernych, procesu tarcia oraz reakcji chemicznych. Docieranie może być maszynowe, ręczno-maszynowe i ręczne. Docieranie maszynowe odbywa się na tzw. docieraczkach. Docieraniu poddaje się powierzchnie elementów wykonanych z ulepszanych cieplnie i cieplno-chemicznie stali stopowych, węglików spiekanych, szkła, ceramiki itp. Docieranie jest ostatnią operacją wykańczającą powierzchni elementów przyrządów pomiarowych np. powierzchni pomiarowych płytek wzorcowych ze stali lub ceramiki, powierzchni liniałów powierzchniowych i krawędziowych, kowadełek mikrometrów z węglików spiekanych. Docieraniu poddajemy elementy części maszyn, które muszą charakteryzować się dużą dokładnością wymiarowo-kształtową, niską chropowatością



# Obróbka ścierna

---

Podstawowymi parametrami docierania są naciski jednostkowe (0,03-0,5 MN/m<sup>2</sup>), czas obróbki oraz prędkość docierania (5-30 m/min). Głównym celem docierania jest uzyskanie powierzchni o chropowatości  $R_a=0,04$  mikrometra, a nawet poniżej tej wartości, wzrost odporności na ścieranie i działanie korozji oraz poprawa dokładności wymiarów i kształtu

Rozróżniamy następujące metody docierania docierakami:

- ▶ Docieranie luźnymi ziarnami ściernymi wgniatającymi się w powierzchnię docieraka. Materiał obrabiany jest twardszy niż materiał docieraka. Stosujemy docieraki z takich materiałów jak np. miedź, brąz, żeliwo, miękka stal, a także z drewno.
- ▶ Docieranie luźnymi nie wgniatającymi się ziarnami ściernymi. Stosowany w tej metodzie materiał ścierny jest stosunkowo miękki. Ziarna toczą się i ślizgają pomiędzy powierzchnią, którą obrabiamy a docierakiem i generują odkształcenia plastyczne wierzchniej warstwy części obrabianej zgniatając i ścierając nierówności.
- ▶ Docieranie przy pomocy aktywnych past ściernych. Używanie tych past umożliwia uzyskanie lustrzanych powierzchni. Kwasy, które wchodzi w skład pasty utleniają cienką warstwę wierzchnią, która jest ścierana.
- ▶ Docieranie ziarnami, które wcześniej zostały wgniecione w docierak.

# Obróbka ścierna

## POLEROWANIE

**Polerowanie** na celu:

- zmniejszenie chropowatości powierzchni,
- podwyższenie walorów estetycznych wyrobu (połysk),
- poprawienie wytrzymałości zmęczeniowej powierzchni,
- zwiększenie odporności korozyjnej.

**Polerowaniem można osiągać chropowatości  $Ra \leq 0,02\mu m$ .**

Polerowaniem nie poprawia się dokładności wymiarowo-kształtowej obrabianych przedmiotów.

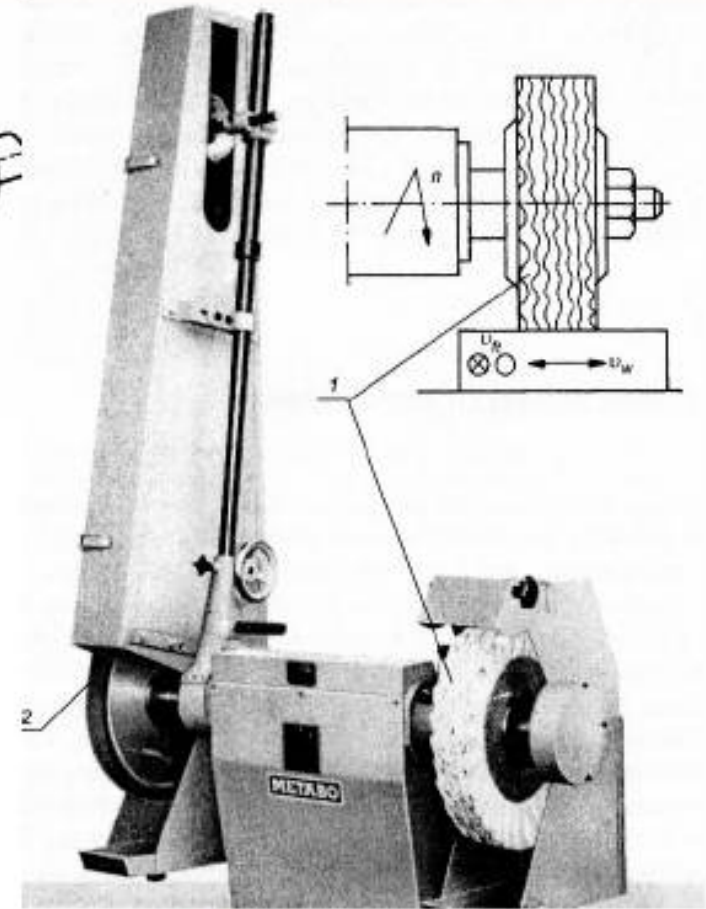
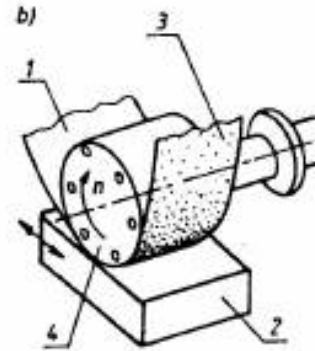
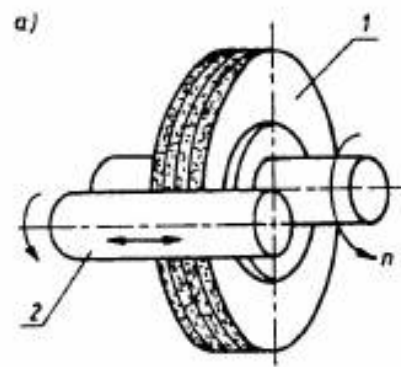
**Narzędzia** mają postać tarcz polerskich lub taśm ściernych i wykonywane bywają z płótna, wojłoku, filcu, skóry.

**Materiałem ściernym** może być węgiel boru, tlenek chromu, tlenek żelaza, tlenek aluminium, kreda oraz diament.

**Nośnikami** w pastach polerskich są: parafina, stearyna, wazelina, łój, воск, itp. Stosowane są także dodatki w postaci nafty, emulsji olejowych, emulgatorów i wody.

# Obróbka ścierna

## POLEROWANIE



Polerka  
tarczowa

Polerka tarczowo-  
taśmowa