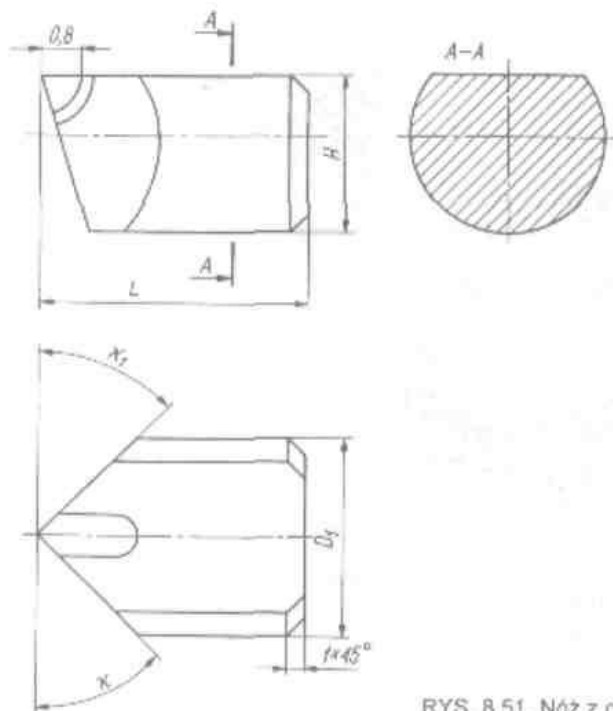


Polecenie:

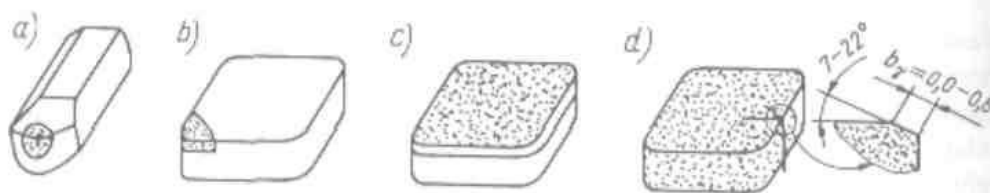
W oparciu o prezentowany materiał proszę o sporządzenie notatki na temat **dogładzania oscylacyjnego** na przykładzie wykonywania części klasy wał. Na prace czekam do piątku 26.03.2021.

Obróbki ścierne. Jak już wspomniano, do podstawowych sposobów obróbki ścierniej bardzo dokładnej zalicza się: dogładzanie oscylacyjne, docieranie, szlifowanie bardzo dokładne, obróbkę magnetościerną i polerowanie.

Dogładzanie oscylacyjne. W wyniku tego procesu można otrzymać bardzo małą chropowatość powierzchni oraz dobrą jakość warstwy wierzchniej. Dogładzanie oscylacyjne polega na usunięciu drobnych nierówności, powstałych po uprzed-



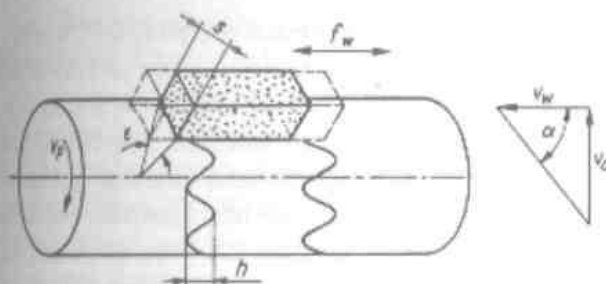
RYS. 8.51. Nóż z ostrzem diamentowym



RYS. 8.52. Ostrza z materiałów supertwardych: a) wkładka z ostrzem lutowanym, b) płytka z węgliku spiekane go z narożem z BN, c) płytka z węgliku spiekane go z warstwą BN, d) płytka wieloostrzowa z BN

niej obróbce, za pomocą odpowiednio zaprofilowanych pilników ściernych bez zmian wymiaru obróbkowego nadanego przedmiotowi w operacji poprzedniej. Zalety tego procesu są następujące:

- możliwość otrzymania minimalnych chropowatości powierzchni, $R_a = 0,8 \div 0,01 \mu\text{m}$, w bardzo krótkim czasie,
- znaczne zwiększenie udziału nośnego powierzchni dogładzanej, dochodzącej do 95%, a przez to możliwość stosowania mniejszych luzów w połączeniach ruchomych części maszyn,
- uzyskanie struktury krystalicznej na powierzchni obrabianej; w wyniku obróbki dogładzaniem jest usuwana różnorodna warstwa z poprzedniej fazy technologicznej,
- otrzymanie korzystnego rozkładu naprężeń w warstwie wierzchniej, np. w porównaniu ze szlifowaniem są zmniejszone naprężenia rozciągające,
- znaczne zmniejszenie odchyłki kształtu, a zwłaszcza odchyłki kołowości z operacji poprzedniej.



RYS. 8.53. Kinematyka procesu dogładzania oscylacyjnego

Proces dogładzania oscylacyjnego odznacza się (rys. 8.53):

- ruchem oscylacyjnym pilnika lub kilku pilników ściernych w kierunku równoległym do osi przedmiotu – ruch oscylacyjny charakteryzują: częstotliwość i wielkość skoku; częstotliwość ruchu oscylacyjnego dobiera się w granicach 500 ÷ 3000 podwójnych skoków na minutę, wielkość skoku zaś wynosi 2 ÷ 5 mm;
- elastycznym dociskiem narzędzia (pojedynczego lub zespołów pilników ściernych)
 - nacisk jednostkowy w procesie dogładzania oscylacyjnego ma decydujący wpływ na chropowatość powierzchni obrabianej, jak również decyduje o wielkości zdejmowanej promieniowo warstwy materiału; przy dogładzaniu oscylacyjnym stosuje się naciski ok. 0,15 ÷ 0,50 N/mm²;
- ruchem postępowo-zwrotnym przedmiotu, gdy długość powierzchni obrabianej jest większa od długości pilnika.

W wyniku skojarzenia ruchu obrotowego przedmiotu i ruchu oscylacyjnego narzędzia ściernego uzyskuje się na powierzchni dogładzanej ślady w postaci licznych sinusoid powstałych w wyniku znacznej liczby jednocześnie pracujących ziarn narzędzia ściernego.

Okres sinusoidy wyraża się wzorem (rys. 8.53)

$$l = \frac{v_o}{\nu} 1000 \text{ mm}$$

gdzie: v_o – prędkość obwodowa, m/min; ν – częstotliwość oscylacji pilnika ściernego, 2 skoki/min.

Podstawowym warunkiem poprawnego dogładzania jest nienakładanie się wzajemne torów ziarn.

Wyniki dogładzania powierzchni w bardzo dużym stopniu są uzależnione od właściwego doboru pilników ściernych. W procesie obróbki pilniki ścierne muszą wykazywać dostatecznie duże działanie ściernie, w celu możliwie szybkiego usunięcia zbyt dużej chropowatości powierzchni pozostałej po uprzedniej obróbce, oraz działanie polerujące, które zapewnia minimalną chropowatość powierzchni po dogładzaniu.

Do dogładzania oscylacyjnego są stosowane pilniki ścierne, w których materiałem ściernym jest przeważnie elektrokorund szlachetny EA i zielony węgiel krzemu SZ. Niekiedy w produkcji seryjnej i wielkoseryjnej są stosowane pilniki diamentowe, ale wyłącznie do obróbki materiałów bardzo twardych. *Elektrokorund szlachetny EA*

jest używany do obróbki stali ulepszonych cieplnie o twardości powyżej 50 HRC. Ziarna elektrokorundu są mniej twarde od ziarn węgliku krzemu, przez co krawędzie ich tępią się łatwiej, co z kolei powoduje intensywny przebieg skrawania, z dużą tendencją do polerowania. Ziarna węgliku krzemu SZ, w związku ze swą twardością i kruchością, ulegają łatwemu wykruszaniu, co podczas działania ściernego pilników zapewnia stałą pracę ziarn ostrymi krawędziami skrawającymi. Zjawisko ostrzenia pilników przebiega tu samoczynnie, aż do zupełnego ich zużycia. Węglik krzemu SZ jest używany do dogładzania oscylacyjnego stali w stanie normalizowanym, żeliwa, metali nieżelaznych i stopów lekkich.

Wpływ wielkości ziarna w procesie dogładzania oscylacyjnego wstępnego jest niewielki. Można tutaj stosować ziarna od F 280/37 do F 500/13. Wpływ ten znacznie się zwiększa przy dogładzaniu wykańczającym. W celu otrzymania mniejszej chropowatości powierzchni należy stosować ziarna od F 500/13 do F 1000/5.

Do dogładzania oscylacyjnego są stosowane pilniki o spoiwie ceramicznym lub pilniki o spoiwie bakelitowym. Pilniki o spoiwie bakelitowym odznaczają się większą wytrzymałością mechaniczną od pilników ceramicznych oraz znaczną elastycznością. Mają one dobre właściwości polerujące i są stosowane przede wszystkim do dogładzania wykańczającego.

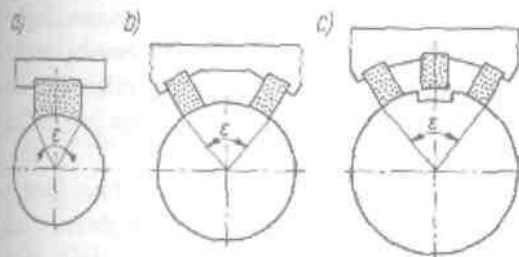
Twardość pilników ściernych w procesie dogładzania dobiera się podobnie, jak przy innych metodach obróbki ścierniej, tzn. dla materiałów twardych dobiera się pilniki miękkie i odwrotnie. Ponieważ twardość pilnika ma duży wpływ na proces dogładzania, a stopniowanie jej w systemie literowym daje zbyt duże różnice, dlatego twardość pilników przeznaczonych do dogładzania jest podawana w jednostkach Rockwella, przy obciążeniu wstępnym 100 N i całkowitym 600 N.

W wyniku nasycenia się pilników ściernych płynem obróbkowym ich twardość zmienia się. Pilniki z elektrokorundu zwiększają swoją twardość, a pilniki z węgliku krzemu zmniejszają. W celu uzyskania niezmiennych warunków w czasie pracy zaleca się przetrzymywać pilniki ściernie przez pół godziny w płynie obróbkowym i zakładać nowy pilnik w stanie nasycenym. Dobór pilników ściernych do dogładzania oscylacyjnego podano w tabl. 8.1.

TABLICA 8.1. Dobór pilników ściernych do dogładzania oscylacyjnego

Materiał dogładzany	Pilnik ścierny					Chropowatość powierzchni R_a μm	
	materiał ścierny	ziarnistość	twardość wg skali HRC	struktura	spoiwo	przed dogładzaniem	po dogładzaniu
Stal niehartowana 190 ÷ 210 HB	SZ	F400 ÷ F600	80 ÷ 90	7 ÷ 8	C lub B	1,25 ÷ 0,65	0,08 ÷ 0,04
Stal hartowana 62 HRC	EA	F500 ÷ F600	40 ÷ 60	8 ÷ 10		0,63 ÷ 0,15	0,08 ÷ 0,04
Żeliwo szare 150 ÷ 220 HB	SZ	F400 ÷ F600	85 ÷ 95	9 ÷ 9		1,25 ÷ 0,63	0,08 ÷ 0,04

Wymiary pilników ściernych dobiera się w zależności od wymiarów powierzchni dogładzanej. Długość pilników do pracy bez posuwu wzdłużnego powinna być równa lub nieznacznie większa od długości powierzchni dogładzanej. Jeżeli praca odbywa się z posuwem wzdłużnym, to można stosować pilniki o długości $20 \div 50$ mm. Szerokość pilnika przyjmuje się w zależności od średnicy dogładzanego wału, tak by kąt ε mieścił się w granicach $40 \div 60^\circ$ (rys. 8.54). W przybliżeniu szerokość pilnika ściernego powinna być równa połowie średnicy wału dogładzanego. Stosowanie pilników ściernych o znacznej szerokości nie jest zalecane, ponieważ do zapewnieniażądanego nacisku potrzebna jest większa siła, która utrudnia działanie ruchu oscylacyjnego. Z tych powodów do dogładzania wałów o większych średnicach stosuje się nie jeden lecz dwa, a nawet trzy pilniki, ustawiając je w ten sposób, ażeby otrzymać wymaganą wartość kąta ε .



RYŚ. 8.54. Sposoby rozmieszczenia pilników ściernych.

Drugą koniecznością przemawiającą za zastosowaniem kilku wąskich pilników zamiast jednego szerokiego jest możliwość utrzymania się warstewki płynu obróbkowego na całej szerokości pilnika. Przy szerokości większej niż 30 mm zanika warstewka płynu, przez co miejscami pilnik pracuje na sucho. Praca w tych warunkach pogarsza chropowatość powierzchni obrabianej. Zastosowanie trzech pilników ściernych (rys. 8.54c) umożliwi dogładzanie wałów z rowkiem na wpust.

Przed przystąpieniem do dogładzania pilniki ścierne muszą być odpowiednio zaprofilowane, tak aby podczas pracy przylegały do obrabianego przedmiotu. Operacja ta może być zróżnicowana w zależności od wielkości produkcji. W produkcji seryjnej profilowanie pilników na żądany promień może być wykonane za pomocą szlifowania na szlifierce do płaszczyzn. W produkcji jednostkowej i małoseryjnej operacji tej dokonuje się za pomocą płótna ściernego o wielkości ziarna od 12 (100) do 10 (120). Profilowanie pilników odbywa się w ten sposób, że na wał wzorcowy nawija się płótno ścierne, po czym włącza się ruch oscylacyjny. Pilniki dociska się do wału tak, jak przy dogładzaniu. Zabieg profilowania pilników trwa ok. $1 \div 2$ min.

Do podstawowych wielkości procesu dogładzania oscylacyjnego, od których zależą wyniki tego procesu, należy zaliczyć:

- prędkość obwodową przedmiotu,
- częstotliwość ruchu oscylacyjnego,
- wielkość skoku,
- nacisk jednostkowy,
- posuw wzdłużny na obrót,
- płyn obróbkowy.

Parametry te należy dobierać z opracowanych normatywów lub w przypadku produkcji wielkoseryjnej za pomocą prób technologicznych.

Spośród wyżej wymienionych parametrów największy wpływ na proces dogładzania i jego wyniki mają: prędkość obwodowa przedmiotu, nacisk jednostkowy oraz częstotliwość ruchu oscylacyjnego.

Dobór prędkości obwodowej przedmiotu zależy od tego, czy proces dogładzania oscylacyjnego będzie planowany jako dwu- czy jednostopniowy. Dla procesu dwustopniowego prędkość obwodową przedmiotu do obróbki zgrubnej dobiera się taką, przy której występuje jeszcze skrawanie materiału. Wielkość jej zmienia się w zależności od rodzaju pilnika ściernego, nacisku jednostkowego i częstotliwości ruchu oscylacyjnego. Zmienia się ona w granicach $10 \div 15$ m/min. Obróbkę wykańczającą dogładzania oscylacyjnego należy prowadzić przy prędkości obwodowej $35 \div 50$ m/min. Powyżej 50 m/min występuje wyraźne działanie klina smarowego, który przerywa proces dogładzania oscylacyjnego i chropowatość powierzchni nie ulega wówczas zmniejszeniu. Przy dogładzaniu jednostopniowym prędkość obwodową przedmiotu w zależności od materiału dobiera się w granicach $15 \div 40$ m/min. Pożądane jest, ażeby w tym przypadku optymalną prędkość dobierać na podstawie prób.

Nacisk jednostkowy w procesie dogładzania oscylacyjnego spełnia bardzo ważną rolę. Ma on decydujący wpływ na chropowatość powierzchni obrabianej, jak również decyduje o wielkości zdejmowanej promieniowo warstwy materiału. Przy dogładzaniu wstępnym stosuje się naciski ok. $0,25 \div 0,50$ N/mm², a przy dogładzaniu wykańczającym $0,15 \div 0,25$ N/mm².

Częstotliwość ruchu oscylacyjnego dobiera się w granicach $500 \div 3000$ podwójnych skoków na minutę. Częstotliwość ruchu oscylacyjnego, obok wielkości skoku, decyduje o wzdłużnej prędkości dogładzania. Wywiera ona duży wpływ na samostrzenie pilnika, a w związku z tym na jego zużycie.

Wielkość skoku ruchu oscylacyjnego wynosi $2 \div 5$ mm. W praktyce należy się kierować następującą zasadą: przy dogładzaniu wstępnym, w celu uzyskania dobrego wyniku dogładzania, należy dobierać skoki mniejsze – $2 \div 3$ mm. Natomiast przy dogładzaniu wykańczającym skoki większe – $3 \div 5$ mm.

Jak już uprzednio wspomniano, wielkość posuwu wzdłużnego przy dogładzaniu oscylacyjnym nie ma decydującego znaczenia. Wartość ta, w zależności od wielkości średnic obrabianych, mieści się w dość rozległych granicach $0,02 \div 3,0$ mm/obr. Do obróbki wykańczającej wielkości posuwów należy stosować dużo mniejsze – w granicach $0,05 \div 0,5$ mm/obr, z tym że mniejsze wartości dotyczą mniejszych średnic.

Płyn obróbkowy w procesie dogładzania oscylacyjnego spełnia kilka zadań. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć: chłodzenie przedmiotu dogładzanego, wypłukiwanie wiórów i wykruszonych ziarn ściernych, przeciwdziałanie zamazywaniu się pilników ściernych, zapobieganie korozji przedmiotów obrabianych, samozakończenie procesu dogładzania.

Jako płyn obróbkowy przy dogładzaniu stosuje się naftę antykorozyjną z olejem maszynowym 10 (lub wrzecionowym 5). Płyn ten spełnia dobrze swoje zadanie w procesie obróbki, jednakże jest szkodliwy dla zdrowia obsługi. Stąd dążenie do zastąpienia go płynem obróbkowym mniej niebezpiecznym i szkodliwym. Niektóre

zakłady stosują płyn obróbkowy importowany, przeznaczony specjalnie do dogładzania.

Podczas procesu dogładzania oscylacyjnego płyn obróbkowy powinien być obficie podawany, ażeby spełnić podane wyżej podstawowe swoje role. Bardzo istotne jest właściwe filtrowanie płynu obróbkowego. Uzyskanie chropowatości powierzchni mniejszej niż $R_a = 0,04 \mu\text{m}$ jest możliwe, jeżeli zastosuje się trzykrotne oczyszczenie.

Ważnym zadaniem spełnianym przez płyn obróbkowy jest samozakończenie procesu dogładzania oscylacyjnego. W końcowym okresie pracy pilnika, gdy nierówności powierzchni dogładzanej są już bardzo małe i zwiększa się nośność powierzchni, warstewka płynu oddziela powierzchnię pilnika od powierzchni obrabianej i proces obróbki automatycznie ustaje. Zalecane warunki dogładzania oscylacyjnego podano w tabl. 8.2.

TABLICA 8.2. Zalecane warunki dogładzania oscylacyjnego

Materiał dogładzany	Dogładzanie I – wstępne, II – wykańcz.	Prędkość obwodowa v_o m/min	Częstotliwość ruchu oscylac. f 2 skoki/min	Skok oscylacji h mm	Nacisk jednostkowy N
Stal niehartowana 190 + 220 HB	I	10 + 14	1400 + 1800	2,0 + 3,0	0,25 + 0,35
	II	40 + 50	1000 + 1500	3,0 + 4,0	0,15 + 0,25
Stal hartowana 62 HRC	I	10 + 14	1400 + 1800	2,0 + 3,0	0,25 + 0,45
	II	35 + 50	1000 + 1500	3,0 + 4,0	0,15 + 0,25
Żeliwo szare 150 + 220 HB	I	10 + 14	1400 + 1800	2,0 + 3,0	0,25 + 0,40
	II	45 + 60	1600 + 1800	3,0 + 5,0	0,15 + 0,25

Dogładzanie oscylacyjne można wykonywać na specjalnych obrabiarkach stosowanych w produkcji seryjnej i wielkoseryjnej bądź też na tokarkach lub innych obrabiarkach, przy zastosowaniu odpowiednich przystawek (rys. 8.55) do nadania pilnikom ruchu oscylacyjnego. Przystawkę taką mocuje się na płycie suportowej.

Chropowatość powierzchni wyjściowej powinna wynosić $R_a = 1,25 + 0,63 \mu\text{m}$. Podczas przygotowania serii przedmiotów do dogładzania oscylacyjnego należy zwrócić uwagę, ażeby chropowatość wyjściowa była jednakowa na wszystkich przedmiotach danej serii, co jest gwarancją otrzymania jednakowych wyników po dogładzaniu.

Dogładzanie oscylacyjne bezkłowe (rys. 8.56) wykonuje się z posuwem wzdłużnym lub z posuwem poprzecznym. Występuje tutaj pełna analogia do szlifowania bezkłowego.

Przy dogładzaniu z posuwem wzdłużnym (rys. 8.57) osie wałów nadających ruch obrotowy przedmiotowi są skrócone o kąt od ok. $0,5$ do 20° , dzięki czemu przedmiot otrzymuje dodatkowo ruch posuwowy wzdłużny. Proces ten jest realizowany na specjalnych obrabiarkach, na których powierzchnia przedmiotu jest kształtowana przez kolejne pilniki ściernie, różniące się wielkością ziarna i twardością. Tego rodzaju obróbkę można stosować dla części drobnych. Specjalną zautomatyzowaną obrabiarkę do obróbki drobnych części walcowych (np. wałeczków łożyskowych) przedstawiono na rys. 8.58.