

WPLYW MODYFIKACJI ŚCIERNICY NA JAKOŚĆ POWIERZCHNI WALCOWYCH WEWNĘTRZNYCH

Ryszard WÓJCIK¹

1. WPROWADZENIE

W procesach szlifowania otworów w zależności od zastosowanej metody szlifowania jednoprzęściowego osiowego czy postępowo zwrotnego, znaczenie ma obciążenie czynnej powierzchni ściernicy (cieplne), sposób doprowadzenie płynu chłodząco - smarującego. Efektem tego jest stan stereometryczny warstwy wierzchniej oraz rozkład naprężeń własnych w warstwach wierzchnich itp. Prowadzonych w tym zakresie jest wiele prac w różnych ośrodkach zajmujących się tym problemem [3, 4, 5]. Rozwiązania konstrukcyjne zasilania płynem chłodząco – smarującym (PCS) przez wrzeciono ściernicy stanowią ciekawe propozycje, niemniej jednak występują zjawiska podczas procesu szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych takie jak poduszka powietrzna czołowa w przypadku otworów nieprzelotowych, otoczka wirującego powietrza wraz ze ściernicą które wpływają bezpośrednio na przebieg procesu szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych oraz ich stan [6, 7, 8].

Prowadzone prace badawcze obejmujące różne konstrukcje hybrydowych ściernic [1] lub tylko modyfikacje czynnej powierzchni, pozwalające na jej ukształtowanie w taki sposób aby poprawić smarowanie w bezpośredniej strefie skrawania ściernica – przedmiot [2], w celu uzyskania prawy stanu warstwy wierzchniej. Rozważano różne modyfikacje ściernicy, prace skierowano na pewną uniwersalną modyfikację obejmującą zarówno proces szlifowania jednoprzęściowego osiowego jak i postępowo – zwrotnego dla szlifowania ściernicami konwencjonalnymi rys.1.

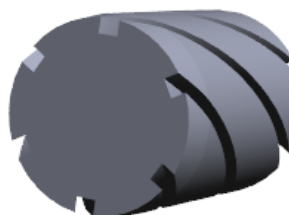
¹ Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn, Wydział Mechaniczny, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 1/1, 590-934 Łódź

1.1. SPOSÓB PRZYGOTOWANIA ŚCIERNIC

Modyfikacja czynnej powierzchni ściernicy poprzez wprowadzenie rowków śrubowych powinna teoretycznie przerwać ciągłość otoczki powietrznej, skuteczniej doprowadzając PCS do strefy skrawania. Przeciwna strona powodowała by odprowadzenie nadmiaru czynnika poprzez rowki, zwłaszcza podczas szlifowania otworów o małych średnicach, stworzyło by to szansę na uniknięcie poduszki powietrznej czołowej, rowki były by dodatkowo elementem „mieszającym”.



a)



b)

Rys. 1. Propozycja sposobu modyfikacji czynnej powierzchni ściernic przeznaczonych do szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych: a) kierunek pochylenia rowków, b) liczba rowków na obwodzie

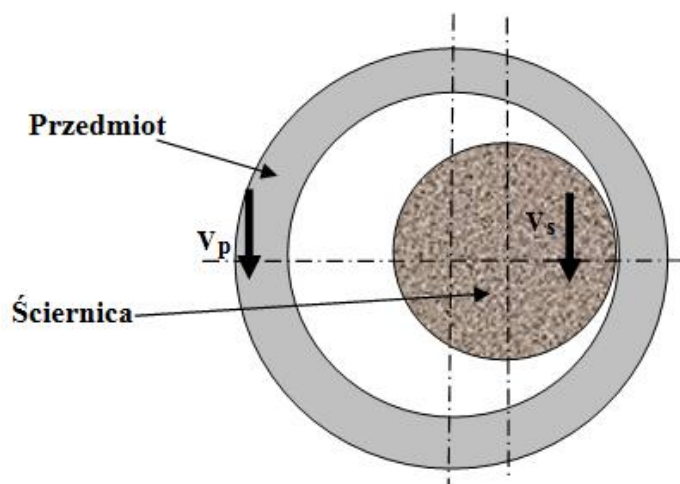
Aspektem który wydaje się być bardzo istotnym to szerokość, ilość rowków i kierunek linii śrubowej wykonanej na czynnej powierzchni ściernicy. Modyfikacja musi być dostosowana do kierunku obrotów ściernicy i przedmiotu obrabianego, znaczenie ma kierunek przepływu PCS.

2. BADANIA PROCESU SZLIFOWANIA

Do badań wstępnych procesu szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych wykorzystano szlifierkę do otworów SOH 10, w której płyn chłodząco - smarujący podawany jest przez wrzeciono, szlifierki w kierunku czoła ściernicy. Na rysunku 2 przedstawiono kierunki obrotów przedmiotu i ściernicy.

Do badań wykorzystano trzy ściernice przeznaczone do procesu szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych z elektrokorundu szlachetnego (Al_2O_3) 99A 60KV, średnica zewnętrzna $\phi_s=39$ mm i długości $L_s=50$ mm. W celu porównania zachowania się ściernic w procesie szlifowania i efektów końcowych, procesy szlifowania zrealizowano: ściernicą pełną, nie modyfikowaną, oraz ściernicami modyfikowanymi (po jednej ściernicy), na powierzchni czynnej, nacięto sześć rowków śrubowych (rys.1) o prawym i lewym pochyleniu względem osi ściernicy 15° . Parametry rowków: szerokość $b_s=3$ mm, głębokość od powierzchni czynnej

ściernicy $g_s = 4$ mm. Parametry procesu: $v_w = 0,3$ m/s, $v_s = 15,5$ m/s, $a_e = 0,02$ mm, posuw $v_{fo} = 0,2 - 0,5$ m/s. Proces szlifowania przeprowadzono bez udziału PSC i w obecności cieczy chłodząco – smarującej, roztwór wodny emulsji (5%). Po zrealizowaniu procesu szlifowania regenerowano czynną powierzchnię ściernicy obciągaczem diamentowy M1020 z parametrami: b_d [mm] 0,2–0,8, $K_d = b_d / f_{ad}$ 0,9–1,5, a_d [mm] 0,005–0,02, kąt ostrza obciągacza $95-119^\circ$, liczba przejść obciągacza 4, warunki chłodzenia emulsja-olej.



Rys. 2. Kierunek prędkości ściernicy i przedmiotu podczas procesu szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych

W badaniach wstępnych szlifowano stal C45 ulepszoną cieplnie do twardości 32 HRC, średnica wewnętrzna otworu $\phi_o = 52$ mm, średnica zewnętrzna $\phi_z = 72$ mm, długość tulei $L_p = 55$ mm.

Chropowatości mierzono na powierzchni walcowej wewnętrznej w ośmiu punktach, korzystając z przenośnego profilometru T 500 firmy HOMMEL.

3. WYNIKI BADAŃ PROCESU SZLIFOWANIA

Przeprowadzone badania porównawcze wstępne pozwoliły na określenie stanu chropowatości dla przypadków:

bez udziału PCS (S) rysunek 3:

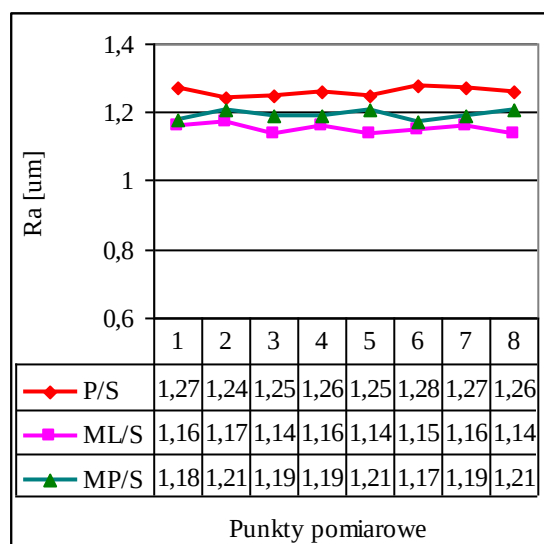
- P/S – ściernica niemodyfikowana pełna (P), $Ra = 1,24-1,27$ μm ,
- ML/S – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych lewe (L) $Ra = 1,14-1,17$ μm ,
- MP/S – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych prawe (P)

$Ra=1,18-1,21$.

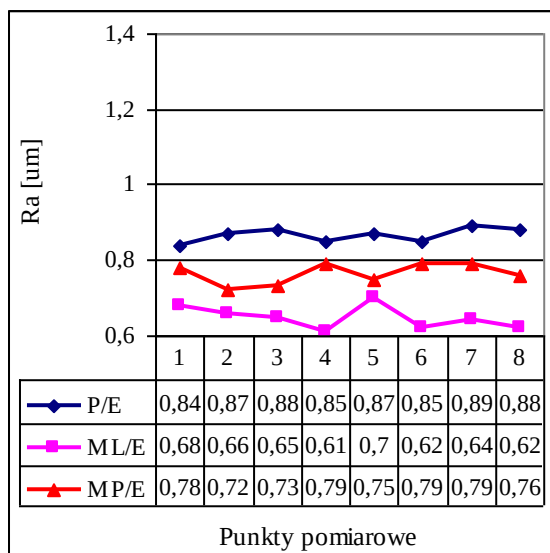
Z udziałem płynu chłodząco – smarującego podawanego od czoła ściernicy wewnątrz otworu szlifowanego roztwór wodny emulgołu (E):

- P/E – ściernica niemodyfikowana pełna (P) $Ra=0,84-0,89 \mu\text{m}$,
- ML/E – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych lewe (L) $Ra=0,62-0,70 \mu\text{m}$,
- MP/E – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych prawe (P) $Ra=1,17-1,21 \mu\text{m}$.

W przypadku szlifowania bez udziału PCS chropowatość była znacznie wyższa niż w przypadku szlifowania z udziałem płynu chłodząco – smarującej, przy tych samych parametrach procesu szlifowania, rys. 4. Zakres wartości chropowatości jest poniżej $1 \mu\text{m}$.



Rys. 3. Rozkład chropowatości na powierzchni walcowej wewnętrznej po szlifowaniu bez udziału cieczy obróbkowej



Rys. 4. Rozkład chropowatości na powierzchni walcowej wewnętrznej po szlifowaniu z udziałem cieczy obróbkowej

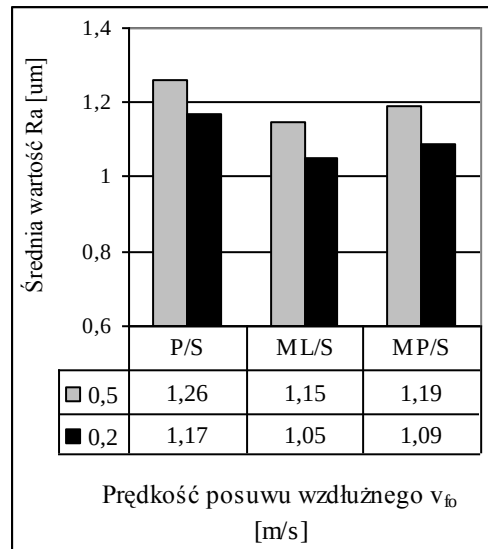
Prowadzono badania w których zmieniano posuw osiowy, od wartości 0,2–0,5 m/s, przedstawiono wyniki badań, uśrednione wartości chropowatości dla poszczególnych przypadków szlifowania, ściernicą pełną niemodyfikowaną i modyfikowanymi bez płynu chłodzącego – smarującego (rys. 5) oraz z PSC (rys. 6.) Podczas szlifowania z $v_{fo} = 0,5$ m/s uzyskano następujące wartości:

- P/S – ściernica niemodyfikowana pełna (P), $Ra = 1,26 \mu\text{m}$,
- ML/S – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych lewe (L) $Ra = 1,15 \mu\text{m}$,
- MP/S – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych prawe (P) $Ra = 1,19 \mu\text{m}$.

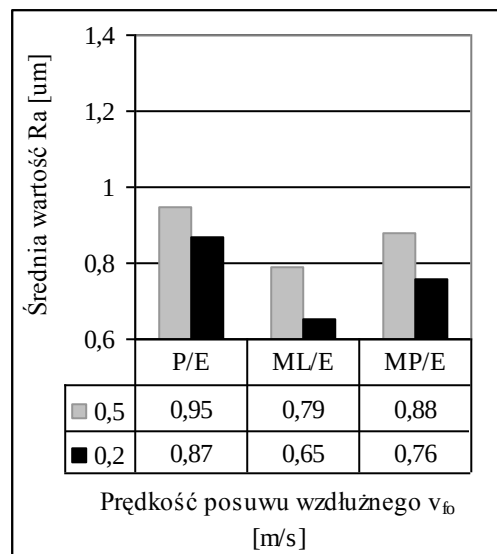
Zmniejszenie posuwu osiowego do wartości 0,2 m/s spowodowało zmniejszenie Ra .

- P/S – ściernica niemodyfikowana pełna (P), $Ra = 1,17 \mu\text{m}$,
- ML/S – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych lewe (L) $Ra = 1,05 \mu\text{m}$,
- MP/S – ściernica modyfikowana, pochylenie rowków śrubowych prawe (P) $Ra = 1,09 \mu\text{m}$.

Modyfikacja czynnej powierzchni ściernicy na której wykonano rowki śrubowe o pochyleniu lewym dla kierunków obrotów poszczególnych elementów: ściernica – przedmiot, zgodnie z rys. 2, są to najniższe wartości Ra jakie uzyskano podczas przeprowadzonych badań.



Rys. 5. Średnia wartość chropowatości po szlifowaniu bez udziału PCS dla różnych wartości posuwu osiowego



Rys. 6. Średnia wartość chropowatości po szlifowaniu z udziałem PCS dla różnych wartości posuwu osiowego

Dla sposobu podawania PCS od czoła ściernicy najmniejszą wartość uzyskano dla ściernicy modyfikowanej oznaczonej ML/E, na poziomie $Ra=0,65\ \mu\text{m}$.

Należy tu podkreślić że przeprowadzone badania są badaniami wstępnymi, obejmowały one tylko sposób podawania płynu chłodząco – smarującego od czoła ściernicy. Porównano proces szlifowania na sucho i z udziałem PCS. W dalszej części badań ściernic modyfikowanych obejmujących czynną powierzchnię będą one wymagały odpowiedniego przygotowania próbek walcowych przeznaczonych do badań rozkładu naprężeń własnych, co wymaga przebudowy stanowiska do trawienia i opracowania programu komputerowego.

4. PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań wstępnych można wnioskować: że zaproponowana modyfikacja czynnej powierzchni ściernicy pozwala uzyskać mniejsze wartości chropowatości. Istotne znaczenie ma prędkość posuwu osiowego, sposób doprowadzenie płynu chłodząco – smarującego w obszar skrawania, a także kierunek usytuowania rowków w przypadku procesu szlifowania powierzchni walcowych wewnętrznych. W dalszych badaniach będą sprawdzone: kształt i wielkość rowków, ilości rowków poprzez zwiększenie szerokości i głębokości, zmieniany będzie kąt pochylnia względem osi ściernicy. Sprawdzenia wymagają też inne sposoby podawania płynu chłodząco – smarującego w strefę skrawania (mgła olejowa), obejmujące kierunku ustawienia dyszy względem strefy skrawania, jest to pewne utrudnienie w tym przypadku szlifowania otworów, zapewnione musi być bezpieczeństwo procesu. Znacznie więcej informacji dostarczą badania rozkładu naprężeń własnych, uzyskano by wtedy szerszy obraz zmian w warstwach wierzchnich w tej odmianie kinematycznej szlifowania. Badania należały rozszerzyć na inne stale o wyższych twardościach. Zaproponowane rozwiązanie modyfikacji czynnej powierzchni ściernicy stanowi problem technologiczny na danym etapie, jest dość kłopotliwą sprawą pod względem wykonania i osiągnięcia trwałości części modyfikowanej ściernicy.

LITERATURA

- [1] BARAN J., PLICHTA J., *Innowacyjne głowice szlifierskie z obrotowymi narzędziami ściernymi*. Obróbka ścierna. Współczesne problemy, XXXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Gdańsk 2001, s. 11–25 (pod redakcją A. Barylskiego)
- [2] WÓJCIK R., GÓRECKI G., *Modyfikacje ściernic do szlifowania w środowisku mgły olejowej*. XXXII Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Koszalin- Darłowo 2009, str. 63–70.
- [3] NADOLNY K., *Analiza zużycia czynnej powierzchni ściernicy z ziarnami mikrokryształicznego korundu spiekanego w procesie szlifowania w głębokiego walcowych powierzchni wewnętrznych*, XXXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Gdańsk 2001, s. 53–69, (pod redakcją A. Barylskiego.)
- [4] NADOLNY K., *Modifications of Axial Internal Cylindrical Grinding Process*. Zeszyty Naukowe Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej

- [5] OCZOŚ K.E., *Doskonalenie techniki szlifowania*. Część II, *Mechanik*, 78(2005)10, 745–750.
- [6] PLICHTA J., *Kierunki rozwoju procesów szlifowania*, *Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji*, Politechnika Wrocławska, 1997, 159–162.
- [7] BORKOWSKI J., *Zużycie i trwałość ściernic*, PWN 1990, Warszawa
- [8] MUSHARDT H., *Modern Machines and Technologies for Cylindrical and Surface Grinding*, *Materiały XX Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej*, Poznań-Blaziejewko, 1997, 317–330.