

	Organizatorzy: Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny	XXXVIII NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKI ŚCIERNEJ Łódź - Uniejów 09-11.09.2015	
	• Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn • Katedra Technologii Maszyn		

Wpływ stopnia zużycia ściernicy na wartości składowych sił szlifowania, chropowatość powierzchni oraz temperaturę w procesie szlifowania płaszczyzn

The influence of grinding wheel wear on the components of the grinding forces, the surface roughness and the temperature in the process of surface grinding

RADOSŁAW ROSIK
ANNA GRDULSKA
PIOTR ZGÓRNIAK *

DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.386

Przeprowadzone prace badawcze miały na celu określenie wpływu stopnia zużycia ściernicy na chropowatość powierzchni (ChP) przedmiotu. Podczas eksperymentu dokonano pomiaru składowych F_n oraz F_t siły szlifowania, temperatury procesu oraz parametrów chropowatości Ra i Rz. Sprawdzono jak stopień zużycia czynnej powierzchni ściernicy wpływa na wartości w/w parametrów.

SŁOWA KLUCZOWE: szlifowanie, pomiar temperatury, chropowatość, stopy tytanu

The conducted research aimed to determine the effect of the grinding wheel wear on roughness of the surface layer SL of the object. During the experiment were measured F_n and F_t components of grinding force, process temperature and roughness parameters Ra and Rz. Verified how does wheel wear affect on the values of above parameters.

KEYWORDS: grinding, temperature measurement, roughness, titanium alloys

Proces szlifowania trudnoobrabialnych stopów lotniczych jest tematem ciągle wartym zbadania. Istnieje szereg firm oferujących swoje narzędzia ściernie przeznaczone właśnie do materiałów lotniczych, niestety dobór odpowiedniego wcale nie jest taki oczywisty. Stopy tytanu, w tym stop tytanu Grade 5, charakteryzują się bardzo dużą aktywnością chemiczną, małą przewodnością cieplną oraz skłonnością

do przylepiania się wiórów do narzędzi skrawających. Wszystkie wymienione właściwości materiałowe powodują generowanie bardzo wysokich temperatur, sił oraz niewłaściwych wartości chropowatości powierzchni. Zalepianie czynnej powierzchni ściernicy materiałem obrabianym powoduje utratę jej właściwości skrawnych, konieczność częstego regenerowania ściernicy, a to wiąże się z dodatkowym czasem pracy, a w konsekwencji dodatkowymi kosztami procesu szlifowania [2,3,5,7]. W ramach badań dokonano oceny wpływu stopnia zużycia czynnej powierzchni ściernicy na wartości sił generowanych w procesie szlifowania, jak również na parametry chropowatości powierzchni oraz temperatury na styku ściernica-przedmiot obrabiany.

Istnieje szereg metod pomiaru temperatury w strefie obróbki. Każda z nich posiada wady i zalety, w związku z czym trudno jednoznacznie ocenić, która z metod jest najlepsza [1,3,6]. W ramach badań dokonano pomiaru temperatur za pomocą zespołu termopar typu K. Termopary są bardzo rozpowszechnionym miernikiem temperatury. Z uwagi na szeroki zakres pomiarowy, małą bezwładność czasową oraz prostą budowę termopary są bardzo popularne [3,6]. Nie bez znaczenia jest też fakt, iż termopary znajdują zastosowanie zarówno w pomiarze materiałów sypkich, jak również w cieczach czy gazach. Mogą być ponadto stosowane w strefach zagrożenia wybuchem, w środowiskach agresywnych chemicznie, czy w procesach o wysokiej temperaturze i ciśnieniu.

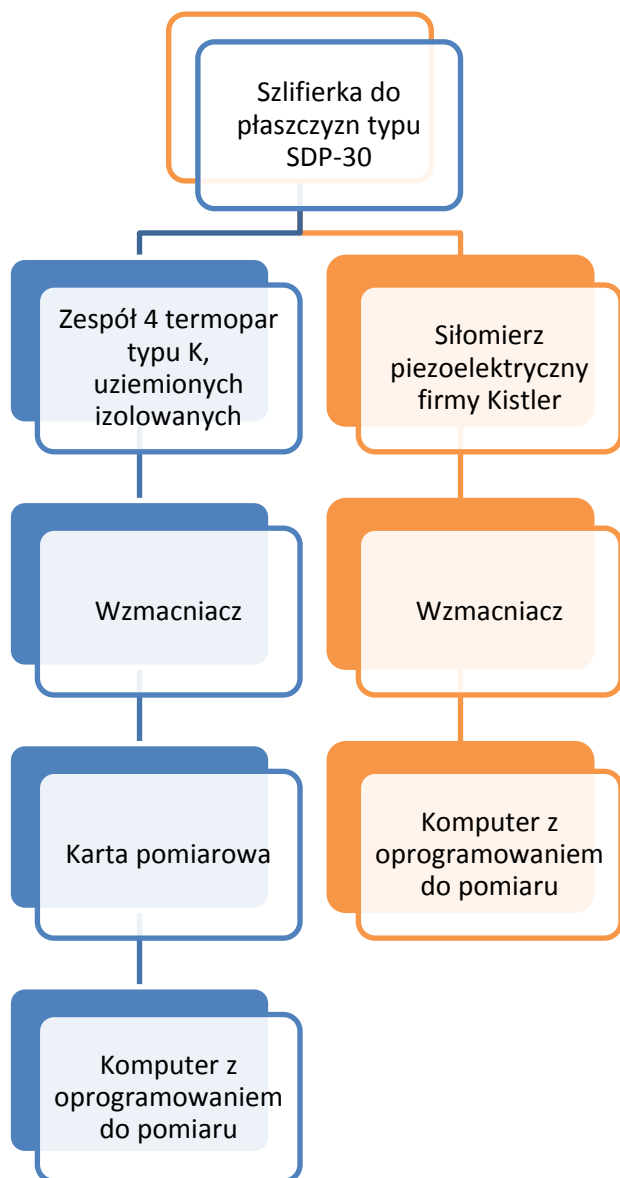
* dr inż. Radosław Rosik (radek.rosik@p.lodz.pl)
 mgr inż. Anna Grdulska (grdulska.anna@gmail.com)
 dr inż. Piotr Zgórnjak (piotr.zgornjak@p.lodz.pl)

Warunki badań

Warunki szlifowania

Celem badań doświadczalnych było określenie wpływu zużycia ściernicy na parametry określające mikrogeometrię powierzchni. Dokonano pomiaru parametrów chropowatości Ra i Rz. Zmierzone zostały ponadto wartości składowych sił szlifowania F_n i F_t , a także temperatura podczas procesu szlifowania.

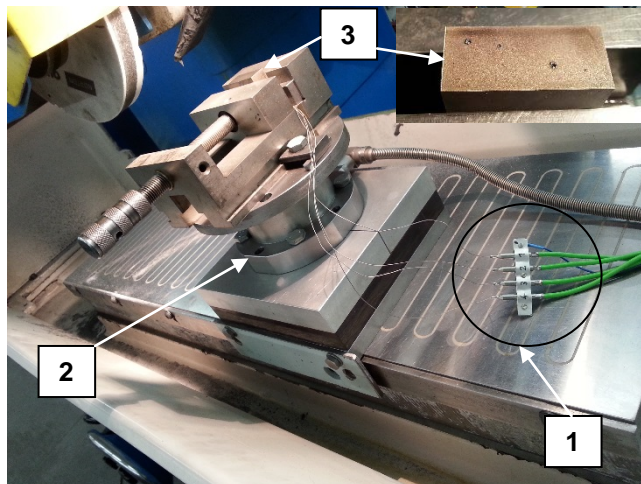
Badania zostały przeprowadzone na szlifierce do płaszczyzn typu SPD-30, we wrzecionie której zamontowano ściernicę Norton Quantum ze spoiwem Vitrium³. Jest to narzędzie ściernie złożone ziarna Quantum (20%) oraz elektrokorundu szlachetnego (80%). Ziarna ściernie są wielkości 60 i średniej twardości (J).



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego

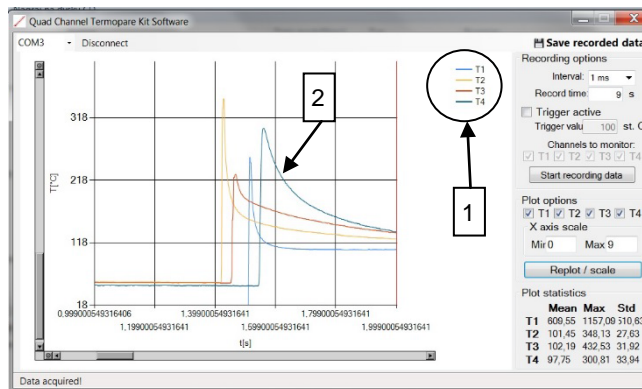
Stanowisko pomiarowe (rys.1) składało się ze szlifierki do płaszczyzn SPD-30, siłomierza piezoelektrycznego, wzmacniacza sygnału i komputera, za pomocą którego rejestrowano dane, a następnie analizowano zebrane wyniki badań. W skład stanowiska wchodziły ponadto zespół czterech termopar typu K (rys.2), karta pomiarowa, za pomocą

której zbierano dane oraz komputer wyposażony w program do rejestracji danych i analizy zebranych wyników badań.



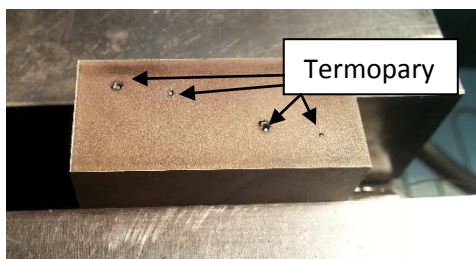
Rys. 2. Stanowisko badawcze: 1 - zespół termopar typu K, 2 - siłomierz Kistler z zamocowanym imadłem, 3 - próbka

Program dedykowany do pomiaru temperatury umożliwił wizualizację sygnału pomiarowego ze wszystkich zamocowanych termopar (rys.3). Istnieje ryzyko, że jedna z termopar pokaże błąd, wówczas pozostałe trzy termopary wskazują wartości temperatury. W funkcjach programu jest możliwość ustawienia wyzwalacza, który umożliwia samoczynną rejestrację wyników po osiągnięciu wyznaczonej przez nas temperatury na wybranej, bądź wszystkich zamocowanych termoparach. W oknie programu widoczne są temperatury maksymalne, średnie oraz odchylenie standardowe. Uzyskane wyniki badań można importować do Excela lub MatLaba i poddać dalszej analizie.



Rys. 3. Przykładowy widok okna programu do rejestracji temperatury. 1 - oznaczenia poszczególnych termopar, 2 - wykresy temperatur z sygnałem otrzymanym z poszczególnych termopar

Do oceny procesu szlifowania posłużono się pomiarami sił normalnej F_n i stycznej F_t , za pomocą siłomierza piezoelektrycznego firmy Kistler, w którym pomiar sił następuje w oparciu o zjawisko piezoelektryczne. Rejestracja wyników odbywała się z częstotliwością próbkowania 1000 Hz. Na siłomierzu zainstalowano uchwyt do mocowania płaskich próbek. Całość umieszczono na stole mocowania. Rejestrowano ponadto wartości temperatur w strefie szlifowania za pomocą zespołu termopar typu K o średnicy 0,5 mm umieszczonych w przedmiocie obrabianym jak na rys.4.



Rys. 4. Rozmieszczenie 4 termopar w próbce: od lewej kolejno 1, 2, 3, 4 termopara

Ostatnim rejestrowanym elementem były parametry chropowatości R_a i R_z powierzchni badanej próbki po procesie skrawania. Pomiar wybranych parametrów chropowatości powierzchni wykonano za pomocą profilografometru firmy Mitutoyo SJ-210 w układzie 2D. Dokonano trzykrotnie pomiaru w trzech różnych miejscach na powierzchni próbki - na początku, środku i na końcu próbki. Wartości średnie zostały wzięte do dalszej analizy badań.

■ Parametry procesu szlifowania

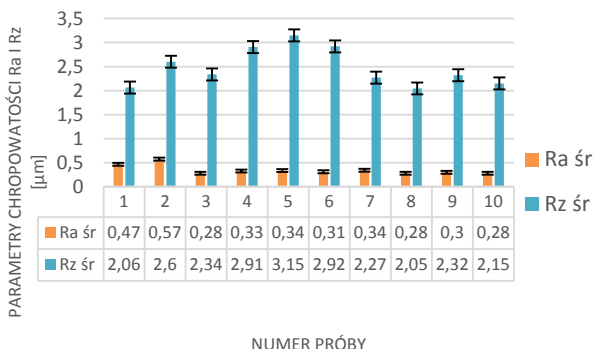
Podczas badań doświadczalnych dokonano procesu współbieżnego szlifowania płaskich próbek ze stopu tytanu Grade 5 o wymiarach 60x10x10 [mm] z wykorzystaniem ściernicy Norton Quantum ze spoiwem nowej generacji Vitrium³.

Proces szlifowania prowadzony był przy prędkości ściernicy $v_s = 17$ m/s, prędkości posuwu $v_w = 0,2$ m/s oraz głębokości szlifowania $a_p = 0,01$ mm.

Badania obejmowały 10 prób procesu szlifowania, każda trzykrotnie powtórzona. Przedstawione wyniki badań są wartościami średnimi maksymalnych wskazań zarówno wartości sił F_n i F_t , parametrów chropowatości R_a i R_z oraz temperatur w strefie styku ściernica- przedmiot obrabiany.

Wyniki badań

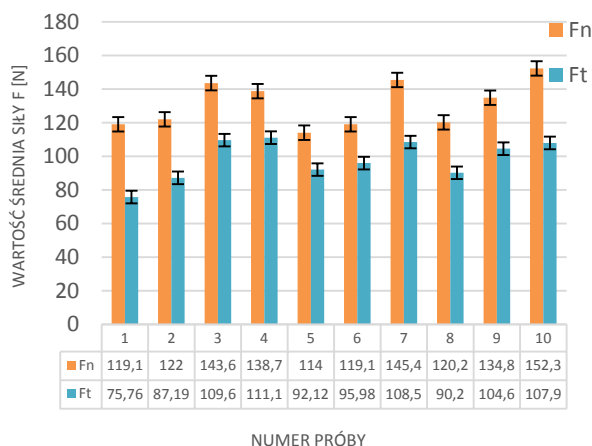
Przeprowadzone prace badawcze miały na celu ocenę wybranych parametrów określających stan warstwy wierzchniej. Sprawdzone jak stopień zużycia narzędzia skrawającego wpływa na wartości parametrów chropowatości R_a i R_z . Analizując dane umieszczone na wykresie (rys.5) można stwierdzić, że parametr R_a utrzymuje się na stałym poziomie wraz ze wzrostem ilości powtórzeń. Można zatem powiedzieć, że chropowatość powierzchni pozostała na stałym poziomie podczas całego procesu - $R_{a\text{śr}} = 0,3 \mu\text{m}$.



Rys. 5. Wartości składowych siły szlifowania po regeneracji ściernicy za pomocą diamentu jednoziarnistego nieszlifowanego

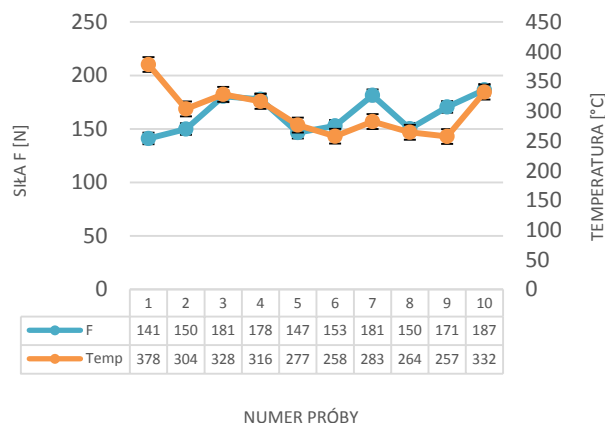
Przeprowadzono ponadto pomiaru składowych sił szlifowania. Na rys. 6 przedstawione są wartości średnie maksymalnych wskazań siłomierza dla poszczególnych prób

szlifowania. Analizując wykres można stwierdzić, że wartości sił mają charakter powtarzalny, co spowodowane jest zdolnością ściernicy do samoostrzenia, dzięki czemu powracają jej zdolności skrawne. Maksymalna zarejestrowana wartość siły $F_{n\text{max}}$ wyniosła 152 N, natomiast siła styczna $F_{t\text{max}}$ wyniosła 111 N.



Rys. 6. Wartości składowych siły szlifowania po regeneracji ściernicy za pomocą diamentu wieloziarnistego nieszlifowanego szeregowego

Dokonano ponadto porównania wypadkowej siły skrawania F z wartościami temperatur generowanych w strefie styku ściernica - przedmiot obrabiany. Wyniki obserwacji znajdują się na wykresie przedstawionym poniżej - rys.7. Zarówno wartości siły wypadkowej F oraz temperatury mają podobny przebieg. Jest to kolejnym potwierdzeniem samoczynnego procesu regeneracji czynnej powierzchni ściernicy w czasie. Maksymalne wartości temperatur, jakie zostały zarejestrowane za pomocą zespołu termopar wynosiły ok. 350°C przy sile szlifowania utrzymującej się na poziomie 160 N.



Rys. 7. Wartości wypadkowej siły szlifowania oraz temperatur po regeneracji ściernicy za pomocą diamentu wieloziarnistego pyłowego

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych można stwierdzić, że ściernica nowej generacji Quantum ze spoiwem Vitrium³ posiada własności samoostrzenia, co doskonale obrazują wartości sił, jak i temperatur w strefie skrawania. Analizując wykres chropowatości powierzchni oraz składowych sił szlifowania można zaobserwować

wzrost zarówno sił, jak i chropowatości w czasie, a następnie spadek tych wartości - jest to potwierdzenie zdolności samoostrzenia się ściernicy w czasie pracy. Wykresy mają podobny charakter. Jest to bardzo dobra informacja, ponieważ umożliwia to dłuższą pracę narzędzia bez konieczności regeneracji. Jest to ponadto temat, który warto dokładniej przeanalizować, a mianowicie po jakim czasie ściernica będzie niezdolna do pracy. Można stwierdzić, że do pewnego momentu stopień zalepienia czynnej powierzchni ściernicy nie wpływa znacząco na wyniki badań.

LITERATURA

1. Fritsche A., Bleicher F., Experimental Investigation of the Heat Flux Distribution in Grinding of Titanium Alloy, *Procesia Engineering* (100) 2015, s.987-993.
2. Gołąbczak A., Metody kształtowania właściwości użytkowych ściernic, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.
3. Gołąbczak A., Święcik R., Galant M., Modelowanie i weryfikacja doświadczalna temperatury w procesie szlifowania AEDG stopu tytanu. *Mechanik*, 8-9, 136-143/701, 2013.
4. Oczóś K., Porzycki J., Szlifowanie, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1986.
5. Polasik R., Chropowatość powierzchni stali s355J2G3 i 316L po szlifowaniu ściernicami konwencjonalnymi o spoiwie ceramicznym i żywicznym. *Obróbka metalu* 1/2013, s. 22-26.
6. Pombo I., Sanchez J.A., Ortega N., Marquez J.I., Izquierdo B., Plaza S., Contact length estimation in grinding using thermocouple measurement and numerical simulation, *Int. J Adv Manuf Technol* 2012, s.83-91.
7. Rosik R., Świerczyński J., Wpływ metody MQL na parametry kształtowania czynnej powierzchni ściernicy i chropowatość warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego, *Inżynieria Maszyn*, Rok 16, zeszyt 1-2 2011, s.175-185.