

MECHANIK NR 8-9/2013
XXXVI NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKI ŚCIERNEJ

PROCES SZLIFOWANIA NIKLU

Ryszard WÓJCIK¹, Radosław ROSIK²

Streszczenie: Badania procesu szlifowania obejmują różne rodzaje materiałów od stopowych po trudnoskrawalne. W większości przypadków składnikiem jest nikiel. Celem było przeprowadzenie obróbki tego materiału z wykorzystaniem ściernic z obszaru 3XGP, 3TGP z udziałem płynów podawanych w obszar skrawania z minimalnym wydatkiem. Starano się zdiagnozować zachowania warstwy wierzchniej a głównie chropowatości, sił skrawania których przebieg jest jednocześnie informacją pozwalającą analizować rozkład naddatku szlifierskiego.

Słowa kluczowe: szlifowanie, MQL, stopy niklu

Summary: The research of grinding process included various types of materials from alloys to materials difficult to machine. In majority of cases, component was nickel. The purpose was to carry out grinding process using the abrasive materials 3XGP, 3TGP involving minimal coolant flow rate. Efforts were made to diagnose the behavior of the surface layer and mainly roughness, cutting forces which are also the information that allows to analyze the distribution of grinding allowance.

Key words: grinding, MQL, nickel alloys

1. WPROWADZENIE

Wzrost wymagań użytkowników wymusza na producentach poszukiwanie nowych rozwiązań w zakresie materiałów bardziej egzotycznych obejmujących stopy łączące aluminium, miedź, nikiel, tytan. Pozwalają one uzyskać wzrost trwałości metalu i elastyczności plastyku. Stopy tytanu które zaistniały w sferze konstrukcji samolotów zaczynają wkraczać do elektroniki.

Stanowi to wyzwanie dla obróbki nowo powstałych materiałów po to by zwiększyć produktywność wykorzystując istniejący stan urządzeń i technologii obróbki [1]. Nikiel jest stosowany zarówno w stalach stopowych narzędziowych, w stopach niklowo – chromowo – kobaltowo - molibdenowych (inconele), również jako jeden ze składników w tytanach niskostopowych, jest składnikiem wszechobecnym.

Celem badań było określenie jego zachowań podczas procesu szlifowania. Do badań wybrano nikiel z grupy 201 obrobiony plastycznie, zasadniczo taki sam jak nikiel 200 gatunkowo, lecz z niższą zawartością węgla, w celu uniknięcia kruchości spowodowanej między ziarnowym węglem w temperaturach sięgających ponad 315°C. Niska zawartość węgla powoduje również zmniejszenie twardości, co sprawia że nikiel 201 znajduje zastosowanie w przypadku elementów kształtowanych na zimno. Poniżej zestawiono skład chemiczny, zaprezentowano właściwości fizyczne oraz mechaniczne badanego materiału.

¹Politechnika Łódzka, Instytut Obrabiarek i TBM, 90-824 Łódź, Stefanowskiego 1/15, ryszard.wojcik@p.lodz.pl

²radoslaw.rosik@p.lodz.pl

MECHANIK NR 8-9/2013
XXXVI NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKI ŚCIERNEJ

Nominalny skład chemiczny [%]

Ni	99,0 min
Cu	0,25 max
Fe	0,40 max
Mn	0,35 max
C	0,02 max
Si	0,35 max
S	0,01 max

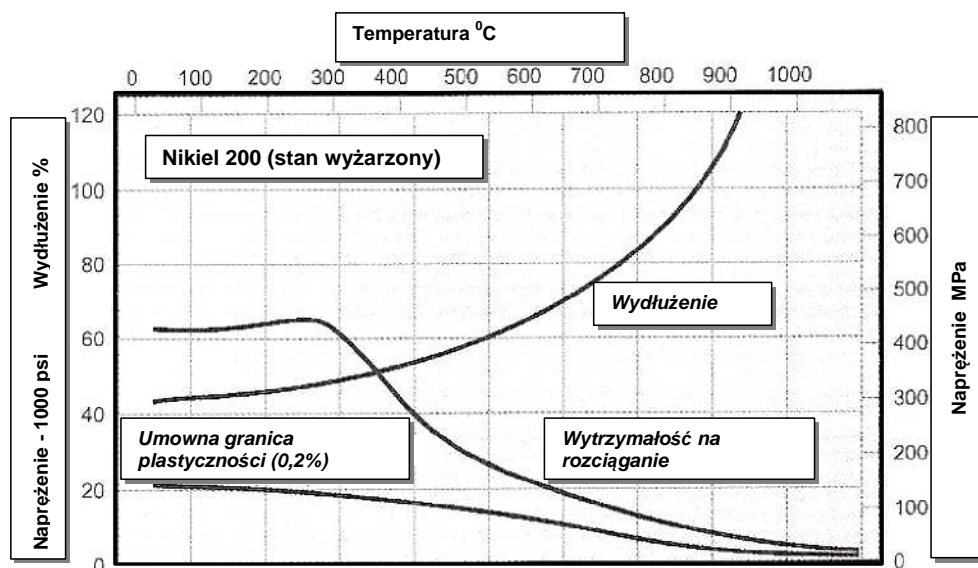
Właściwości fizyczne:

Gęstość	8,89 g/cm ³
Temperatura topnienia	1435-1446 °C
Ciepło właściwe	456 J/kg·°C
Temperatura Curie	360 °C
Przenikalność	Ferromagnetyczny
Rozszerzalność cieplna 21-93°C	13,1
Przewodność cieplna	550 W/m·°C
Oporność elektryczna	0,096μΩ·m

Właściwości mechaniczne:

Wytrzymałość na rozciąganie	403 MPa
Umowna granica plastyczności	103 MPa
Wydłużenie	50 %

Parametry niklu przedstawiono na wspólnym wykresie rys.1 w funkcji temperatury. Wykres został opracowany w oparciu o normy i specyfikacje: UNS N0220, ASTM 160-B 730, ocde Sections III, VIII, IX.



Rys.1. Parametry niklu obejmujące: wytrzymałości na rozciąganie, umownej granicy plastyczności oraz wydłużenia w zależności od temperatury

Wyżarzony nikiel ma niską twardość wiąże się to z dobrą plastycznością i ciągliwością oraz niską wartością umocnienia którą można zwiększyć poprzez obróbkę na zimno przy zachowaniu jego dotychczasowej plastyczności. Te cechy powodują że jest wykorzystywany w wielu dziedzinach, również jako metal szlachetny np. do platerowania.

2. BADANIA

Proces szlifowania obejmował takie wielkości jak siły skrawania, chropowatość, porównano parametry procesu szlifowania. W procesie wykorzystano płyny dostępne na rynku w celu sprawdzenia ich przydatności podczas procesu szlifowania, wprowadzano je w strefę skrawania w postaci aerozoli, mieszanki powietrza i oleju.

Wykorzystano ściernice z grupy TG i XG (3TGP 54K 3XGP 54K) o tej samej wielkości ziarna i twardości, szlifowano w zakresie parametrów ogólnie stosowanych ($a_c=0,02-0,05$ mm, $v_w=0,1-0,5$ m/s). Płyny chłodząco – smarujące podawano w postaci mgły olejowej $l=40$ ml/h, wykorzystano metodę MQL w której płyn jest podawany w strefę skrawania z minimalnym wydatkiem

MECHANIK NR 8-9/2013
XXXVI NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKI ŚCIERNEJ

2.1. CIECZE OBRÓBKOWE ZASTOSOWANE W PROCESIE SZLIFOWANIA

W badaniach wykorzystano dwa rodzaje olejów **ECOCUT MICRO PLUS 82 (MP)**, olej niemieckiej firmy FUCHS. Produkt oparty na specjalnych alkoholach tłuszczowych i stosowany w szerokim zakresie rozwiązań minimalnego podawania cieczy do skrawania zewnętrznego i wewnętrznego w jedno - i dwukanałowym systemie. Wysoki udział dodatków EP, sugerowany przez producenta do obróbki wszystkich materiałów z uwagi na szereg właściwości:

- szybko ulega biodegradacji,
- nie zawiera olei mineralnych ani wody,
- bezwonny,
- zapewnia chłodzenie przez odparowywanie,
- brak powstawania produktów ubocznych,
- zwiększa żywotność narzędzi,
- nie jest toksyczny,
- nie rozpuszczalny się w wodzie,
- nie zanieczyszcza wody,

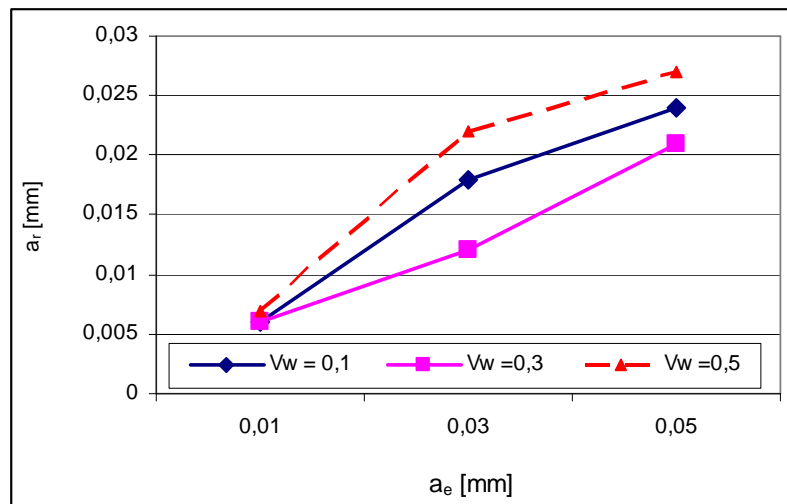
BIO-CUT 3000 (BC) olej czeskiej firmy WEICON, wysokogatunkowy, o wysokich właściwościach chłodząco - smarujących, biodegradowalny, także zalecany do obróbki skrawaniem. Właściwości obu olejów zestawiono i porównano w tablicy 1.

Tablica 1. Parametry olei zastosowanych w badaniach

Charakterystyka oleju	Rodzaj oleju	
	MICRO PLUS 82	BIOCT-3000
Gęstość (15 ^o C) g/m ³	0,84	0,91
Lepkość kinematyczna (20 ^o C): mm ² /s	51,4	39-49
Lepkość kinematyczna (40 ^o C): mm ² /s	17	-
Temperatura zapłonu: ^o C	> 150	> 200
Temperatura krzepnięcia: ^o C	- 20	-20
Rozpuszczalność w wodzie	niemieszalny	niemieszalny
Barwa	Bezbarwny	Żółty

3. WYNIKI BADAŃ

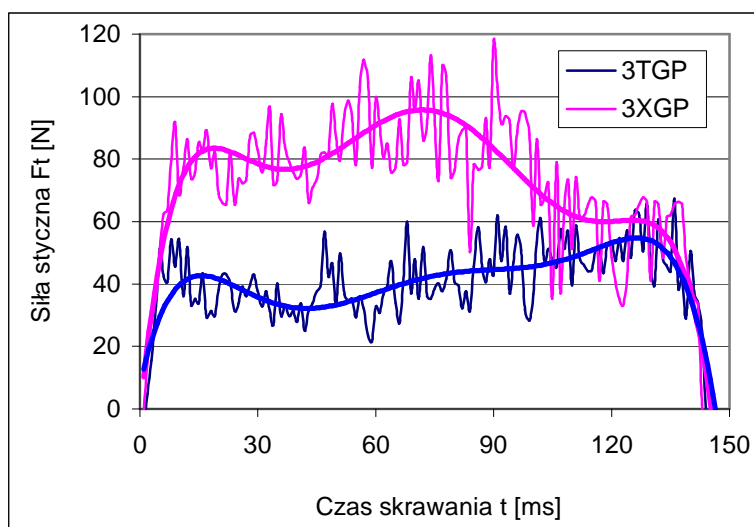
W celu obniżenia kosztów materiałowych, badania procesu szlifowania prowadzono na próbkach płaskich. Wykorzystano szlifierkę SPD – 30 oraz siłomierz wraz z uchwytem do próbek płaskich. Stanowisko wykorzystane do badań prezentowano we wcześniejszych pracach dotyczących procesu szlifowania wgłębnego płaszczyzn [2, 3, 4]. Sam proces prowadzono w następujący sposób, próbkę wstępnie szlifowano z małymi głębokościami $a_e=0,005$ mm w udziale płynu chłodzącego – smarującego podawanego w sposób zalewowy. Tak aby uzyskać jak najmniejsze zmiany strukturalne w warstwach wierzchnich a jeżeli już to na mikro głębokościach, następnie szlifowano wgłębnie w zakresie od 0,02 – 0,05 mm, jedno przejście wgłębne z prędkościami przedmiotu od 0,1 – 0,5 m/s. Pomiar rzeczywistej głębokości przeprowadzono na chropowatościomierzu, wykazały że przy większych głębokościach nastawnych procesu szlifowania rzeczywiste głębokości skrawania zwłaszcza w jednym przejściu wgłębny są dużo niższe, około dwa razy, rys.1 stąd do dalszych badań zastosowano głębokość pośrednią $a_e=0,02$ mm. Ponieważ dalszy wzrost prędkości przedmiotu nie powodował zwiększenia naddatku. Przy głębokości nastawnej 0,05 mm i wraz ze wzrostem v_w kształtował się na poziomie 0,02-0,027 mm (rys.1).



Rys.1. Zależność głębokości nastawnej a_e w funkcji prędkości przedmiotu v_w

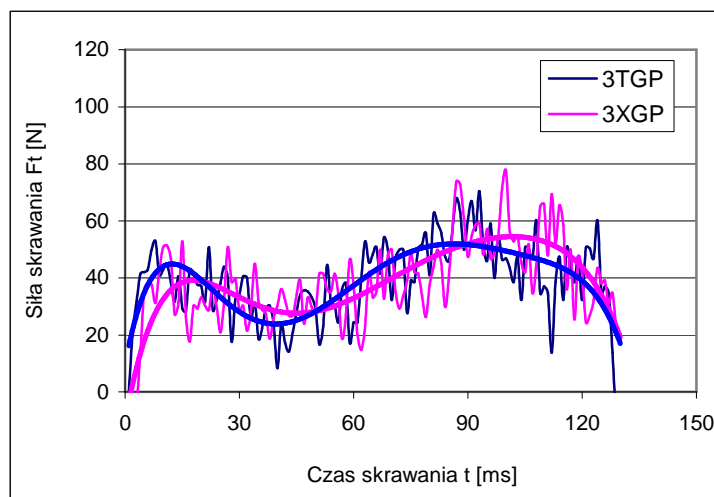
Na rysunkach 2a i 2b przedstawiono przebieg siły skrawania stycznej podczas szlifowania, w trakcie procesu zmieniała się rzeczywista głębokość szlifowania co wpływało na przebieg i zachowanie sił skrawania.

Obserwowano zjawisko tzw. puchnięcia materiału podczas eksperymentu co potwierdziły zapisy rozkładu sił skrawania. Znacznie większe wartości siły uzyskano dla przypadku ściernicy oznaczonej 3TGP zwłaszcza na wejściu w próbkę podczas procesu. Siły skrawania były 2,5 razy większe niż dla ściernicy 3XGP z udziałem PCS (BC).



Rys.2. Przebieg siły szlifowania powierzchni płaskiej ściernicami 3TGP i 3XGP z udziałem PCS (BC)

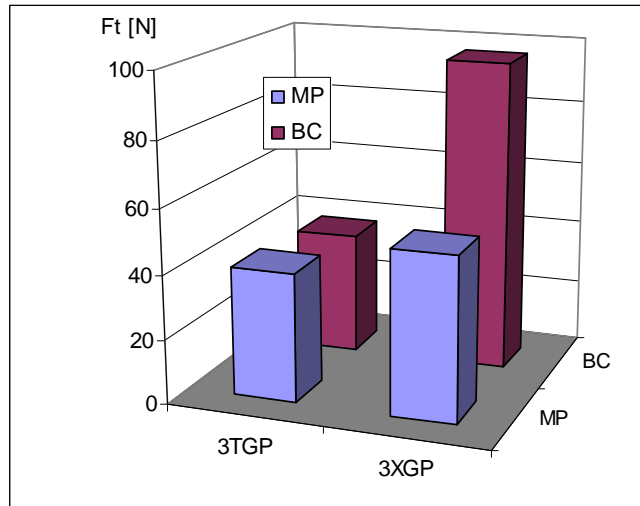
Druga ciecz (MP) stwarzała znacznie lepsze warunki skrawania zmniejszając tarcie, przebieg sił zarejestrowano na podobnym poziomie. Zwłaszcza że próbka w obu przypadkach podczas procesu szlifowania bardzo się odkształcała na długości.



Rys.3. Przebieg siły szlifowania powierzchni płaskiej ściernicami 3TGP i 3XGP z udziałem PCS (MP)

Z uwagi na bardzo złożone przebiegi zachowań sił skrawania, czasami dość trudne do interpretacji zwłaszcza że materiał w niektórych przypadkach stwarzał kłopoty, zmieniała się głębokość skrawania na długości próbki, stąd uśredniono wartość sił skrawania stycznej.

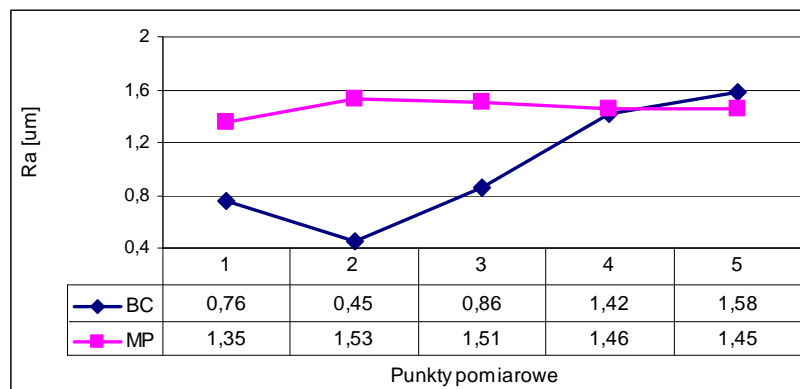
Na rysunku 4 przedstawiono przykładowy zestaw ściernic i płynów. Całość badań eksperymentalnych zrealizowano dla głębokości 0,02mm, z wykresu widać że siły dla głębokości 0,02 mm, ściernicy 3TGP w przypadku obu płynów są na podobnym poziomie około 37 N. W przypadku ściernicy 3XGP dla PCS (BC) jest dwa i pół razy większa w porównaniu do (MP).



Rys.4. Uśredniona wartość sił skrawania podczas szlifowania powierzchni płaskiej próbki

Proces szlifowania prowadzono z następującymi parametrami: $v_s=25$ m/s, $w_v=0,1$ m/s, $a_e=0,02$ mm

Po każdym zabiegu szlifowania wglębnego po ustabilizowaniu się temperatury w materiale na powierzchni próbki wykonano pomiary chropowatości wzdłuż długości próbki w kilku punktach. Uzyskane wyniki R_a przedstawiono na rys.4. W przypadku eksperymentu z udziałem obydwu płynów, stabilny rozkład chropowatości na powierzchni szlifowanej otrzymano dla płynu oznaczonego MP, lecz znacznie wyższy względem drugiego PCS (BC).

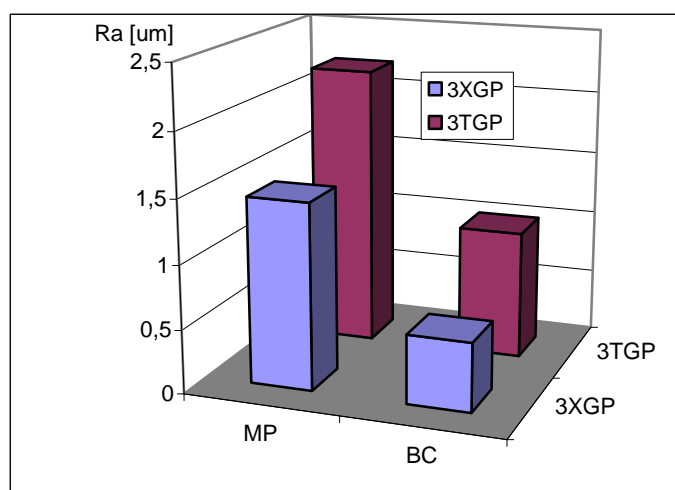


Rys.5. Rozkład chropowatości na długości szlifowanej próbki płaskiej podczas szlifowania ściernicą 3TGP z udziałem PCS: a) BIOCT-3000 (BC), b) MICRO PLUS 82 (MP)

Przy dużych rozrzutach chropowatości zwłaszcza przy zmiennej głębokości szlifowania spowodowanej odkształceniami próbki istnieje pewien problem z interpretacją tego parametru. Stąd podobnie jak w przypadku sił skrawania wartości chropowatości zostały uśrednione, rysunek 6.

Na rys.6 zaprezentowano uśrednione wartości chropowatości w procesie szlifowania ściernicami: 3TGP i 3XGP z udziałem płynów chłdząco – smarujących: BIOCT-3000 (BC), MICRO PLUS 82 (MP). Najniższą uśrednioną wartość chropowatości uzyskano podczas szlifowania ściernicą 3XGP na poziomie 0,48 μ m z udziałem PCS (BC).

Druga ściernica oznaczona 3TGP dla obu płynów przy takich samych parametrach procesu skrawania wypadła znacznie gorzej, parametr chropowatość były 2,5 – 4 razy większe.



Rys.6. Porównanie średnich wartości chropowatości próbki płaskiej podczas szlifowania ściernicą 3XGP, 3TGP z udziałem PCS (BC), (MP)

PODSUMOWANIE

Zrealizowane badania eksperymentalne przeprowadzone dla niklu zwłaszcza w zakresie różnych głębokości skrawania i prędkościach przedmiotu w przypadku płynów chłdząco – smarujących podawanych z minimalnym wydatkiem w strefę skrawania potwierdzają trudnoobrabialny charakter niklu zwłaszcza podczas szlifowania.

W przypadku obróbki tego materiału należy uwzględnić właściwy dobór płynu chłdząco – smarującego przeznaczonych do metody MQL. Ponieważ nie wszystkie

PCS spełniają swoje zadanie w zakresie sił tarcia oraz parametru chropowatości. Istotny jest też dobór właściwej ściernicy pod względem ziarna a zwłaszcza jego budowy.

W dalszych badaniach należałoby rozszerzyć i poświęcić uwagę płynom chłodzącym – smarującym zawierającym glikol propylenowy w różnym stopniu procentowym jego udziału, tak by obniżyć współczynnik tarcia co będzie skutkowało zmniejszeniem sił skrawania, obniży gęstość strumienia energii na jednostkę powierzchni.

LITERATURA

- [1] OCZOŚ K. E.: *Rozwój innowacyjnych technologii ubytkowego kształtowania materiałów. CZ II. Szlifowanie*. Mechanik 2002/10
- [2] WÓJCIK R., ROSIK R.: *Badania wpływu MQL z użyciem glikolu propylenowego na chropowatość powierzchni przedmiotu szlifowanego*. Inżynieria Maszyn R.15, z. 4, 2010, s. 122-131
- [3] WÓJCIK R.: *Aktywny pomiar odkształceń i wydłużeń w procesie szlifowania*. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji Vol. 29 nr 2, 2009, str. 74 - 78
- [4] WÓJCIK R.: *Nowe media i sposoby doprowadzenia do strefy szlifowania*. Vol.28 Nr4, Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji 2008, str.137-145
- [5] WÓJCIK R., KRUSZYŃSKI B.: *Szlifowanie powierzchni płaskich z zastosowaniem minimalnego smarowania (minimum quantity liquid - mql)*. XXVII Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Kraków-2003
- [6] MARCINIAK J.: *Biomateriały w chirurgii kostnej*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 1992.