

# **PORÓWNANIE WPŁYWU GLIKOLU PROPYLENOWEGO PODAWANEGO METODĄ MQL Z EMULGOLEM NA WARSTWĘ WIERZCHNIĄ PODCZAS PROCESU SZLIFOWANIA TYTANU**

Radosław ROSIK<sup>1</sup>

## **1. WPROWADZENIE**

W procesie szlifowania ważnym elementem jest dobór odpowiedniego smarowania oraz warunków skrawania[1]. Zastosowanie ograniczonych ilości płynów obróbkowych w procesach obróbki wiórowej i ścierniej jest, z uwagi na niewątpliwe zalety, coraz częściej stosowane w przemyśle i badane w laboratoriach naukowych [2]. Największą zaletą systemu MQL (Minimum Quantity Lubrication) jest dobre odprowadzenie ciepła ze strefy szlifowania oraz dobre smarowanie zmniejszające tarcie, co ma wpływ na warstwę wierzchnią powierzchni obrabianej [4, 5, 9].

Dotychczasowe badania, które zostały przeprowadzone w różnych jednostkach badawczych na całym świecie wykazały, że zastosowanie minimalnego wydatku płynu chłodząco-smarującego (MQL) do obróbki wiórowej i ścierniej (w tym obróbki wysoko wydajnej) pozwala na uzyskanie porównywalnych lub lepszych wyników (siły i temperatury skrawania, trwałości narzędzia, chropowatość powierzchni obrobionej) od chłodzenia konwencjonalnego [10].

W Instytucie Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn od wielu lat prowadzone są badania oraz publikacje artykułów na temat użyteczności MQL'a podczas procesu szlifowania powierzchni płaskich. W tym artykule porównano wpływ podawania klasycznego płynu obróbkowego w strefę szlifowania z glikolem propylenowym jako nowym płynem chłodząco smarującym (PCS) podawanym metodą MQL na warstwę wierzchnią w procesie skrawania stopu tytanu.

---

<sup>1</sup> Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

## 2. WARUNKI BADAŃ

Przeprowadzone badania porównujące oddziaływanie klasycznego płynu chłodząco smarującego emulgiol ES-12 firmy Lotos podawanego z wydatkiem około 300 l/h z glikolem propylenowym podawanym w postaci mgły olejowej przez system MQL z wydatkiem około 50 ml/h przeprowadzono dla próbek płaskich, wykonanych ze stopu tytanu o nazwie rynkowej TIGR 5.

Porównań dokonano w zakresie sił szlifowania, natomiast z parametrów warstwy wierzchniej wybrano chropowatość, opracowano topografie powierzchni.

Celem badań było uzyskanie właściwych warunków smarowania, pozwalających uniknąć przypaleń, mikropęknięć powierzchni oraz uzyskanie jak najlepszej chropowatości szlifowanej powierzchni próbki.

W badaniach procesu szlifowania do pomiaru siły stycznej wykorzystano siłomierz piezoelektryczny firmy Kistler model 9321B, na którym zamocowano uchwyt do próbek płaskich. Sygnał z siłomierza przesyłany był do wzmacniacza 5011A, podłączonego do modułu firmy KEITHLEY model kusb-3108. Odpowiedni program komputerowy dedykowany do tego urządzenia umożliwiał gromadzenie i opracowywanie wyników pomiaru.

Do pomiaru chropowatości wykorzystano profilograf firmy Hommel model TurboWaveline60. Dane z przyrządu pomiarowego za pomocą oprogramowania załączonego przez producenta, są przetwarzane i prezentowane w postaci wykresów i map topografii powierzchni (rys.1).



Rys. 1. Profilograf TurboWaveline60 firmy Hommel

Topografia powierzchni próbki została przeprowadzona na długości 40 mm, co 1 mm, wykonano 41 pomiarów.

Szlifowano ściernicą: 5TGP60K (5TGP), która jest stosowana do obróbki materiałów trudno szlifowalnych.

Starano się znaleźć optymalne ustawienie dyszy dla systemu MQL (rys. 2), tak, aby jak najwięcej cieczy pozostawało na próbce, tuż przed wejściem ściernicy w kontakt z przedmiotem, zmniejszając tarcie. Szlifowano powierzchnię płaską próbki

tytanu o wymiarach 100 x 10 x 10 mm, zwiększono grubość próbek, aby uniknąć odkształceń. Przed każdą próbą szlifowania ściernicę obciągano jednoziarnistym diamentem typu M1020, stosując posuw diamentu podczas obciągania  $f_d = 0,18 \text{ mm/obr}$  przy współczynniku pokrycia  $k_d = 4,44$  (rys.3) [3, 8, 11]. Podczas kształtowania czynnej powierzchni ściernicy w strefę bezpośredniego obciągania podawany był glikol propylenowy metodą MQL w celu obniżenia temperatury diamentu oraz skuteczniejszego usunięcia skruszonych ziaren z powierzchni ściernicy [2]. Płyn chłodząco smarujący był podawany pod ciśnieniem  $p = 0,6 \text{ MPa}$ , wydatek PCS około 50 ml/godzinę, odległość dyszy od powierzchni próbki 4 mm, kąt pochylenia dyszy względem powierzchni próbki wynosił  $\sim 35^\circ$ . Ciecz obróbkową Emulgol ES-12 podawano z wydatkiem około 300 l/h [6].



Rys. 2. Sposób podawania płynu chłodząco smarującego przy pomocy systemu MQL



Rys. 3. Proces kształtowania czynnej powierzchni ściernicy

W badaniach wykorzystano próbki ze stopów tytanu: TIGR 5 (Tytan Grade 5), o składzie w %: C 0,23; Fe 0,15; Al. 6,5; V 4,4; N 0,017; O 0,13; H 0,0024; Ti reszta.

Próbki szlifowano metodą wgłębną na szlifierce typu SPD – 30b firmy JOTES z następującymi parametrami:

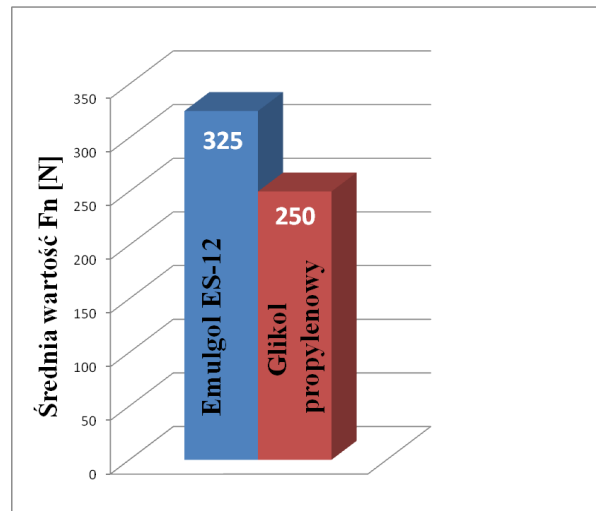
- posuw  $v_w = 0,2$  m/s,
- głębokości szlifowania  $a_e = 0,02$ mm,
- prędkość ściernicy 25 m/s,
- kierunek szlifowania współbieżny.

Po zakończeniu procesu szlifowania na próbce przeprowadzono pomiary chropowatości oraz analizę topografii powierzchni za pomocą profilografu.

### 3. WYNIKI BADAŃ

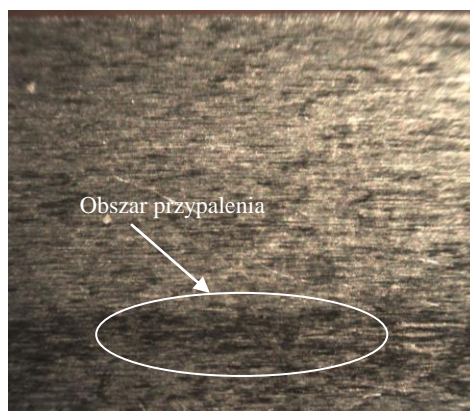
Otrzymane wyniki wykazują, że dla zastosowanej ściernicy 5TGP oraz przyjętych parametrów procesu szlifowania glikol propylenowy okazał się lepszym płynem chłodząco smarującym niż tradycyjna ciecz obróbkowa Emulgol ES-12.

Porównując wartości średnie sił normalnych  $F_n$  różnica wyniosła aż 75N na korzyść glikolu propylenowego podawanego metodą MQL. Średnie wartości sił przedstawione są na poniższym wykresie (rys.4).



Rys. 4. Średnie wartości sił normalnych dla poszczególnych płynów obróbkowych

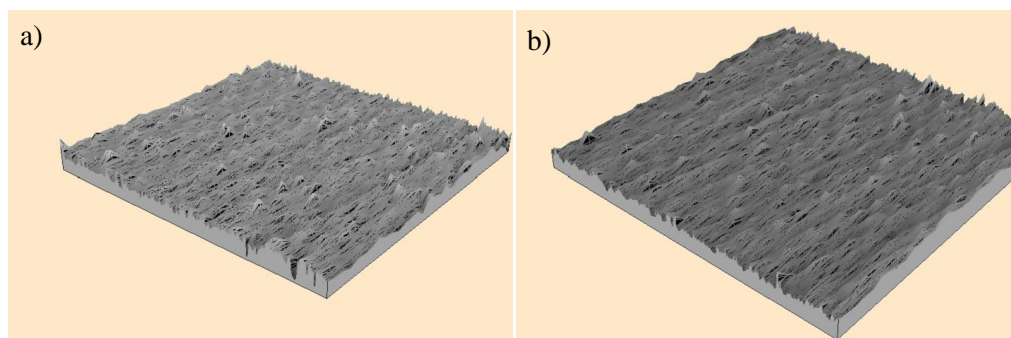
Przy zastosowaniu glikolu propylenowego, podawanego metodą MQL, nie zaobserwowano żadnych przypaleń. Natomiast przy Emulgolu ES-12 pojawiły się przypalenia warstwy wierzchniej spowodowane mniejszym smarowaniem powierzchni obrabianej (rys. 6).



Rys. 6. Przypalenia na próbce przy użyciu Emulgotu jako PCS

Przeprowadzona analiza chropowatości powierzchni za pomocą oprogramowania Hommel MapExpert na profilografometrze wykazała, że na próbce, gdzie podawany był glikol propylenowy jako PCS uzyskano najmniejszą średnią wartość parametru chropowatości  $Ra$  0,68 (podczas użycia Emulgotu ES-12 wartość średnia parametru  $Ra$  wyniosła 0,76), co ilustruje rys. 7.

Porównując parametry szlifowanych powierzchni można zauważyć, że przy udziale tradycyjnego płynu chłodząco smarującego następuje szybkie stępienie ziaren oraz znaczne przyklejanie się obrabianego materiału do ściernicy. Świadczą o tym w szczególności wartości parametru  $Sds$  określającego gęstość wierzchołków nierówności powierzchni na  $1\text{ mm}^2$ . Bardzo dobrze obrazuje to analiza całego obszaru pomiarowego. Podczas zastosowania glikolu propylenowego uzyskano 52 wierzchołki natomiast przy użyciu Emulgotu u ponad trzykrotnie większą ilość czyli 168.



Rys. 7. Topografia próbki przeprowadzona na odcinku 40 mm przy użyciu jako PCS:  
a) Emulgotu ES-12, b) Glikolu propylenowego

#### 4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania porównawcze wykazały, że zastosowanie glikolu propylenowego jako płynu chłodząco smarującego podawanego metodą MQL, posiada wiele pozytywnych zalet, w porównaniu do Emulgotu - ES12. Podczas szlifowania próbek ze stopu tytanu dzięki lepszym właściwościom smarującym, zaobserwowano spadek parametrów chropowatości, brak przypaleń na powierzchni i zmian strukturalnych w warstwach wierzchnich, spadek sił szlifowania  $F_n$ . Dodatkowo glikol propylenowy jest biodegradowalny, a co za tym idzie, jest przyjazny środowisku naturalnemu i nie szkodzi zdrowiu człowieka. Dużą zaletą, jest jego cena, niższa w stosunku do Emulgotu - ES12 oraz innych płynów chłodząco smarujących dedykowanych do metody MQL. System minimalnego wydatku to przyszłość, w przemyśle powoli zaczyna wypierać tradycyjne metody podawania cieczy. Dzięki temu maszyny staną się nieco mniejsze, bez dodatkowych pomp, filtrów, dużych zbiorników na ciecz. Wtedy staną się bardziej przyjazne środowisku naturalnemu, a badania naukowe będą zmierzały do szukania mniej szkodliwych płynów chłodząco smarujących.

#### LITERATURA

- [1] WÓJCIK R., KRUSZYŃSKI B., *Szlifowanie powierzchni płaskich z zastosowaniem minimalnego wydatku cieczy obróbkowej*, XXVI Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Łódź 2003, 221–226.
- [2] WÓJCIK R., ROSIK R., *Glikol propylenowy jako ciecz obróbkowa podawana z minimalnym wydatkiem w strefę szlifowania*, XXXIII Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Łódź 2010, 349–356.
- [3] ROSIK R., ŚWIERCZYŃSKI K., *Wpływ udziału metody MQL na parametry kształtowania czynnej powierzchni ściernicy oraz ich oddziaływanie na chropowatość warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego*, XXXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Gdańsk 2011, 423–430.
- [4] WÓJCIK R., KRUSZYŃSKI B., *Szlifowanie powierzchni płaskich z zastosowaniem minimalnego smarowania (minimum quantity lubrication-mql)*, XXVII Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Kraków 2003.
- [5] OCZOŚ K. E., *Doskonalenie technik szlifowania. Cz I.*, Mechanik 2005/8-9, 643–656.
- [6] ROSIK R., *Płyny chłodząco smarujące stosowane w procesie szlifowania*, Nowe Trendy w Naukach Inżynierskich, Częstochowa 2011, 173–181.
- [7] WÓJCIK R., ROSIK R., *Badanie wpływu MQL z użyciem glikolu propylenowego na chropowatość powierzchni przedmiotu szlifowanego*, Inżynieria Maszyn, zeszyt 4, 2010, 124–131.
- [8] GOŁABCZAK A., *Metody kształtowania właściwości użytkowych ściernic*, Łódź 2004, 50–68
- [9] KRUSZYŃSKI B., MIDERA S., WÓJCIK R., GÓRECKI G., *Wpływ kierunku podawania cieczy obróbkowej z minimalnym wydatkiem na siły szlifowania*, XXVIII Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Warszawa 2005.
- [10] OCZOŚ K., HABRAT W., *Doskonalenie procesów obróbki ściernic cz III chłodzenie i smarowanie w procesach szlifowania*, Mechanik 10/2010
- [11] BANASIAK H., GOŁABCZAK A., *Obróbka skrawaniem, ścierna i erozyjna*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 1996