

# Wpływ prędkości skrawania na chropowatość powierzchni

przy frezowaniu czołowym stali stopowej

DR HAB. INŻ. **Piotr Niesłony**, PROF. PO (P.NIESLONY@PO.OPOLE.PL), MGR INŻ. **Krzysztof Jarosz**, MGR INŻ. **Piotr Löschner**, KATEDRA MASZYN I AUTOMATYZACJI PRODUKCJI, WYDZIAŁ MECHANICZNY, POLITECHNIKA OPOLSKA

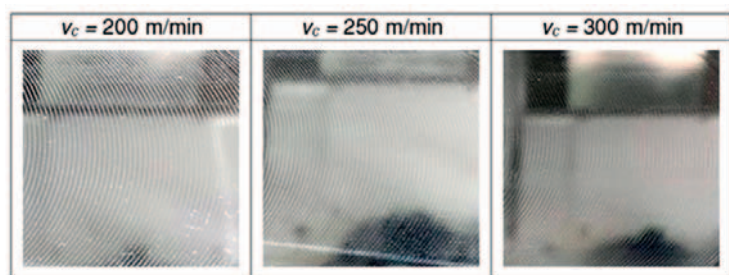
W artykule zaprezentowano rozważania nad optymalizacją procesów technologicznych na obrabiarki sterowane numerycznie poprzez korektę wartości prędkości skrawania  $v_c$ . Na drodze symulacji oraz obliczeń wykazano możliwość znaczącego skrócenia czasu obróbki bez zwiększania wartości składowych siły skrawania, a także znaczący wpływ prędkości skrawania na trwałość narzędzi skrawających.

Przy optymalizacji procesu technologicznego poprzez korektę prędkości skrawania  $v_c$  możliwa jest sytuacja, w której użytkownik końcowy będzie chciał wykroczyć poza zakres zalecanych przez producenta wartości tego parametru technologicznego. Wartość  $v_c$  może zostać zarówno obniżona w celu poprawy trwałości narzędzia, jak i podwyższona w celu skrócenia czasu obróbki. Rodzi to konieczność eksperymentalnej weryfikacji wpływu zmian prędkości skrawania na rezultaty końcowe procesu skrawania, nie tylko w aspekcie czasu obróbki czy trwałości narzędzia, ale także wykończenia powierzchni obrabianej. W niniejszym artykule podjęto problematykę związaną z wpływem prędkości skrawania na parametry chropowatości powierzchni przy frezowaniu czołowym stali stopowej.

## Badania eksperymentalne

Badania eksperymentalne zostały przeprowadzone na frezarce CNC Mikron VCE 600 Pro. Użyte narzędzie, materiał przedmiotu obrabianego oraz wartości parametrów technologicznych zestawiono w tab. 1.

Należy odnotować, że zalecany przez producenta przedział prędkości skrawania dla skojarzenia materiału narzędzia i przedmiotu obrabianego wynosi  $v_c = 250-275$  m/min. Jak zostało wspomniane we wstępie, przy optymalizacji procesu poprzez korektę  $v_c$  możliwe jest, że użytkownik będzie chciał wykroczyć poza zalecany przez produ-



Rys. 1. Ślady obróbkowe na powierzchniach obrabianych

centa przedział wartości. Dlatego też dwie skrajne z przyjętych w badaniach prędkości skrawania nie zawierają się w przedziale wartości proponowanych przez producenta narzędzia.

Pomiarów parametrów chropowatości dokonano przy użyciu profilometru MarSurf PS10 firmy MAHR. Zmierzone zostały wartości następujących parametrów: średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości powierzchni  $R_a$ , największa wysokość profilu chropowatości  $R_z$ , wysokość największego wzniesienia profilu chropowatości  $R_p$  oraz głębokość najniższego wgłębienia profilu chropowatości  $R_v$  [2].

## Wyniki

### Ślady obróbkowe

Makroskopowe zdjęcia powierzchni prezentujące ślady obróbkowe powstałe na powierzchni obrabianej po operacji planowania czołowego w badanym zakresie prędkości skrawania przedstawiono na rys. 1.

Wizualna ocena powierzchni przedstawionych na rys. 1 pozwala jednoznacznie stwierdzić, że prędkość skrawania ma znaczący wpływ na wykończenie warstwy wierzchniej w aspekcie widoczności śladów obróbkowych, a także jej cech wizualnych rozumianych jako estetyka powierzchni. Wraz ze wzrostem

### DANE WEJŚCIOWE

Głowica frezarska	Sandvik R390-063Q22-17M
Płytki	Sandvik R390-170408M-PM 1130, węgiel GC 1130, pokrycie PVD AlTiCrN
Materiał przedmiotu obrabianego	Stal stopowa 41Cr4, 240 HB

### PARAMETRY TECHNOLOGICZNE

Posuw narzędzia $f_z$ , mm	0,15	Głębokość skrawania $a_p$ , mm	2
Prędkość skrawania $v_c$ , m/min	200	250	300

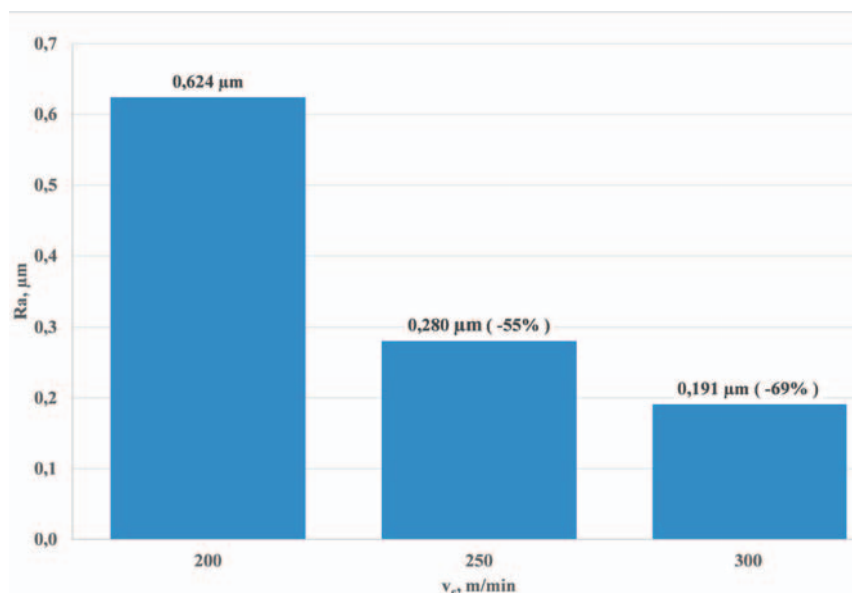
Tab. 1. Dane wejściowe do eksperymentu

prędkości skrawania ślady obróbkowe stają się mniej widoczne, zaś powierzchnia obrabiana cechuje się wyższym stopniem połysku. Zwiększenie wartości prędkości skrawania znajduje więc potencjalne zastosowanie, gdy jakość powierzchni obrobionej uzyskana po obróbce w procesie bazowym jest niedostateczna względem wymagań użytkownika końcowego. W takim przypadku podniesienie wartości  $v_c$  pozwoliłoby na polepszenie jakości wykończenia powierzchni obrobionej bez konieczności wprowadzania dodatkowych operacji obróbkowych, jak szlifowanie czy polerowanie, jednakże kosztem obniżenia trwałości narzędzia [3, 4].

### Chropowatość powierzchni

Pomiar każdego z wybranych parametrów chropowatości został powtórzony 10 razy dla wszystkich badanych powierzchni. Otrzymane wyniki uśredniono. Wyniki pomiarów zebrane zostały w tab. 2.

Graficzną prezentację wyników pomiarów przedstawiono na rys. 2-3.



Rys. 2. Zmiany średniego arytmetycznego odchylenia profilu chropowatości  $R_a$  w funkcji prędkości skrawania

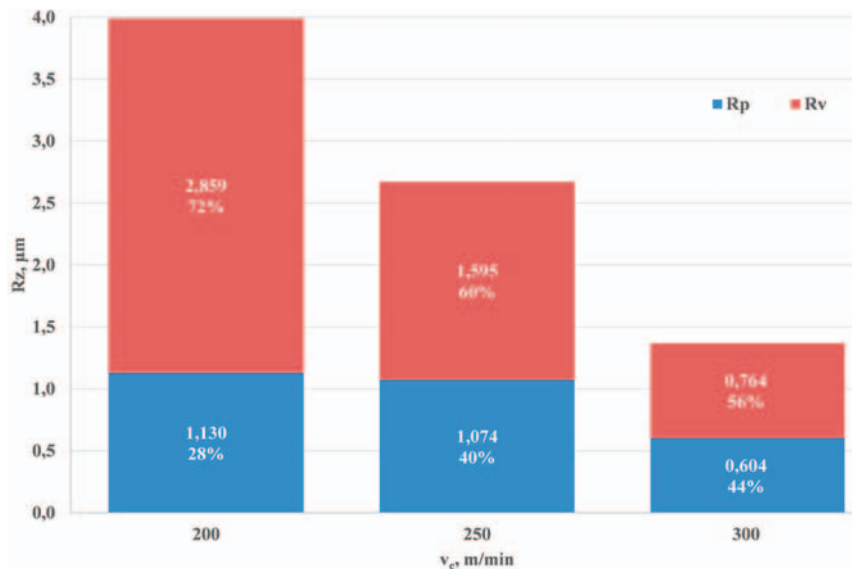
Na podstawie danych zamieszczonych na rys. 2 można zauważyć, że wzrost prędkości skrawania ma zauważalny wpływ na wartość średniego arytmetycznego odchylenia profilu chropowatości powierzchni  $R_a$ . Wzrost prędkości skrawania o 25%

(z  $v_c = 200$  m/min do  $v_c = 250$  m/min) powoduje spadek wartości parametru  $R_a$  aż o 55%. W zakresie badanych parametrów to właśnie w przedziale  $v_c = 200$ -250 m/min można zauważyć najsilniejszy wpływ prędkości skrawania na ten parametr chropowatości ❖

❖ powierzchni. Różnica w wartościach  $R_a$  zmierzonych dla  $v_c = 250$  m/min i  $v_c = 300$  m/min jest mniejsza i wynosi 14%. Wzrost prędkości skrawania jest nierozdzielnie związany ze skróconym okresem trwałości narzędzia. Dlatego też warto się zastanowić, czy przy ewentualnej optymalizacji procesu technologicznego poprzez korektę  $v_c$  zwiększanie wartości owego parametru powyżej pewnej określonej wartości jest ekonomicznie uzasadnione.

Największa wysokość profilu chropowatości  $R_z$  jest sumą wysokości największego wzniesienia profilu chropowatości  $R_p$  oraz głębokości najniższego wgłębienia profilu chropowatości  $R_v$ . Na rys. 3 przedstawiono procentowy udział parametrów  $R_p$  oraz  $R_v$  w największej wysokości profilu chropowatości  $R_z$  w zależności od zmian prędkości skrawania.

Łatwo zauważyć, że wraz ze wzrostem wartości  $v_c$  zmienia się nie tylko wartość  $R_z$ , ale także udział parametrów  $R_p$  oraz  $R_v$  w wartości największej wysokości profilu chropowatości  $R_z$ . Dla prędkości skrawania  $v_c = 200$  m/min i  $v_c = 250$  m/min widoczna jest przewaga głębokości naj-



Rys. 3. Zmiany największej wysokości profilu chropowatości  $R_z$  w funkcji prędkości skrawania

prędkości skrawania na chropowatość powierzchni w procesie frezowania czółowego. Te oraz wcześniejsze [5] wyniki badań wykazują jednoznacznie, że wbrew zależnościom teoretycznym zaproponowanym przez [6, 7] zmiany głębokości skrawania  $a_p$  oraz prędkości skrawania  $v_c$  w znaczący sposób wpływają na parametry chropowato-

całkowicie odmienna od powszechnie stosowanej optymalizacji procesu poprzez podniesienie wartości posuwu narzędzia, którego wzrost jest nierozdzielnie związany ze wzrostem chropowatości oraz z pogorszeniem jakości wykończenia powierzchni obrabianej.

W dalszych pracach autorzy planują skupić się na badaniach eksperymentalnych wpływu optymalizacji procesu poprzez korektę prędkości skrawania na żywotność narzędzi skrawających oraz czas obróbki. □



Wzrost prędkości skrawania jest nierozdzielnie związany ze skróconym okresem trwałości narzędzia.

niższego wgłębienia profilu chropowatości  $R_v$ , która jednak zmniejsza się wraz ze wzrostem prędkości skrawania. W przypadku najwyższej z przyjętych prędkości skrawania ( $v_c = 300$  m/min) udział parametrów  $R_p$  i  $R_v$  w wysokości profilu chropowatości jest o wiele bardziej wyrównany niż dla dwóch niższych zastosowanych prędkości skrawania.

### Wnioski

Przeprowadzone badania eksperymentalne wykazały znaczący wpływ

ści powierzchni w procesach obróbki ubytkowej.

Przeprowadzane w niniejszym artykule badania oraz wcześniejsze rozważania [1, 5] pozwalają stwierdzić, że korekta prędkości skrawania poprzez jej podniesienie może pozwalać również na optymalizację przejść wykańczających, gdyż nie powoduje ona pogorszenia cech wizualnych oraz parametrów chropowatości warstwy wierzchniej przedmiotu, a wręcz przeciwnie – powoduje ich polepszenie. Jest to sytuacja

### Piśmiennictwo

1. Niesłony P., Jarosz K., Löschner P.: *Nowe podejście do optymalizacji procesów technologicznych na obrabiarkach sterowanych numerycznie. Cz. 1 Optymalizacja procesu technologicznego poprzez korektę prędkości skrawania.* „STAL, Metale & Nowe Technologie”, 1-2/2018, s. 20-28.
2. PN-EN ISO 4287:1999 *Specyfikacje geometrii wyrobów – Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa – Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni.*
3. SreeramaReddy T.V., Sornakumar T., Venkatarama-Reddy M., Venkatram R.: *Machinability of C45 steel with deep cryogenic treated tungsten carbide cutting tool inserts.* “International Journal of Refractory Metals and Hard Materials”, t. 27, 1/2009, pp. 181-185.
4. Królczyk G., Gajek M., Legutko S.: *Effect of the cutting parameters impact on tool life in duplex stainless steel turning process.* “Tehnički Vjesnik-Technical Gazette”, t. 20, 4/2013, pp. 587-592.
5. Jarosz K., Löschner P.: *The effect of changes in depth of cut on surface roughness in machining of AISI 316 stainless steel.* “Journal of Machine Engineering”, t. 18, 1/2018, pp. 72-79.
6. Shaw M.C., Cookson J.O.: *Metal cutting principles.* T. 2, Oxford university press, Nowy Jork 2005.
7. Boothroyd G.: *Fundamentals of metal machining and machine tools.* T. 28, Crc Press, Boca Raton 1988.

$v_c$ , m/min	$R_a$ , µm	$R_z$ , µm	$R_p$ , µm	$R_v$ , µm
200	0,624	3,990	1,130	2,859
250	0,280	2,754	1,074	1,595
300	0,191	1,368	0,604	0,764

Tab. 2. Wyniki pomiarów wybranych parametrów chropowatości powierzchni