

Dr hab. inż. Edward MIKO, prof. PŚk;  
mgr inż. Michał SKRZYNIARZ (Politechnika Świętokrzyska):

## **PORÓWNANIE CECH CHROPOWATOŚCI ŻELIWI PO OBRÓBCE TOKARSKIEJ**

### Streszczenie

Przedstawiono wpływ poszczególnych warunków obróbki na chropowatość i falistość żeliw sferoidalnych (EN-GJS-400, EN-GJS-500, EN-GJS-600), żeliwa chromowo-molibdenowego (SIMO 5.1) oraz żeliwa szarego (EN GJL-250) po obróbce tokarskiej.

**Słowa kluczowe:** *chropowatość powierzchni, falistość powierzchni, żeliwa*

## **A COMPARISON OF ROUGHNESS CHARACTERISTICS OF CAST IRON AFTER TURNING**

### Abstract

The study presents the impact of individual treatment conditions on the roughness and waviness of ductile cast irons (EN-GJS-400, EN-GJS-500, EN-GJS-600), chromium-molybdenum cast iron (SIMO 5.1), and grey cast iron (EN GJL-250) after turning.

**Keywords:** *surface roughness, surface waviness, cast iron*

# PORÓWNANIE CECH CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI ŻELIW PO OBRÓBCE TOKARSKIEJ

Edward MIKO, Michał SKRZYNIARZ<sup>1</sup>

## 1. WPROWADZENIE

Struktura geometryczna powierzchni opisuje wszystkie rzeczywiste nierówności na powierzchni: chropowatość, falistość i błąd kształtu [1,2]. Jedną z najważniejszych cech określającą przydatność wytworzonego produktu jest jego chropowatość. W warunkach przemysłowych do opisu jakości powierzchni stosuje się głównie parametr Ra [3]. Uzyskanie pożądanego kształtu geometrycznej powierzchni jest bardzo ważne ze względów eksploatacyjnych wytworzonych części. Ślady obróbkowe, a także obecność głębokich rys powoduje koncentrację naprężeń co w konsekwencji wpływa na zmniejszenie wytrzymałości zmęczeniowej powstałych elementów [4]. Proces obróbki skrawaniem jest na tyle skomplikowany, że na jakość wytwarzanej powierzchni wpływa wiele czynników [5]. Poza czynnikami związanymi z samym procesem technologicznym są to czynniki związane z: maszyną na której prowadzona jest obróbka, narzędziem zastosowanym do obróbki, strategią prowadzenia obróbki, zjawiskom towarzyszącym procesowi skrawania, związane z rodzajem materiału który jest poddany obróbce [6,7,8], a także takimi czynnikami jak jednorodność, anizotropia, stacjonarność i losowość [9]. Szerokie zastosowanie ze względu na swoje właściwości odlewnicze, wytrzymałościowe i eksploatacyjne w przemyśle kolejowym, maszynowym, energetycznym oraz motoryzacyjnym znajdują żeliwa. Ponieważ odlewy wykonane z żeliw wymagają odróbki dlatego postanowiono zbadać strukturę geometryczną tych materiałów.

---

<sup>1</sup> Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii

## 2. METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań w tej pracy było określenie wpływu parametrów technologicznych na cechy chropowatości wybranych rodzajów żeliw poddanych obróbce tokarskiej. Próby skrawania zostały przeprowadzone dla następujących rodzajów żeliw: EN-GJS-400, EN-GJS-500, EN-GJS-600, SIMO5.1, EN-GJL-250. Obróbka była prowadzona na centrum tokarskim DMG ALFA500 (rys. 1) bez podawania płynu chłodząco - smarującego.

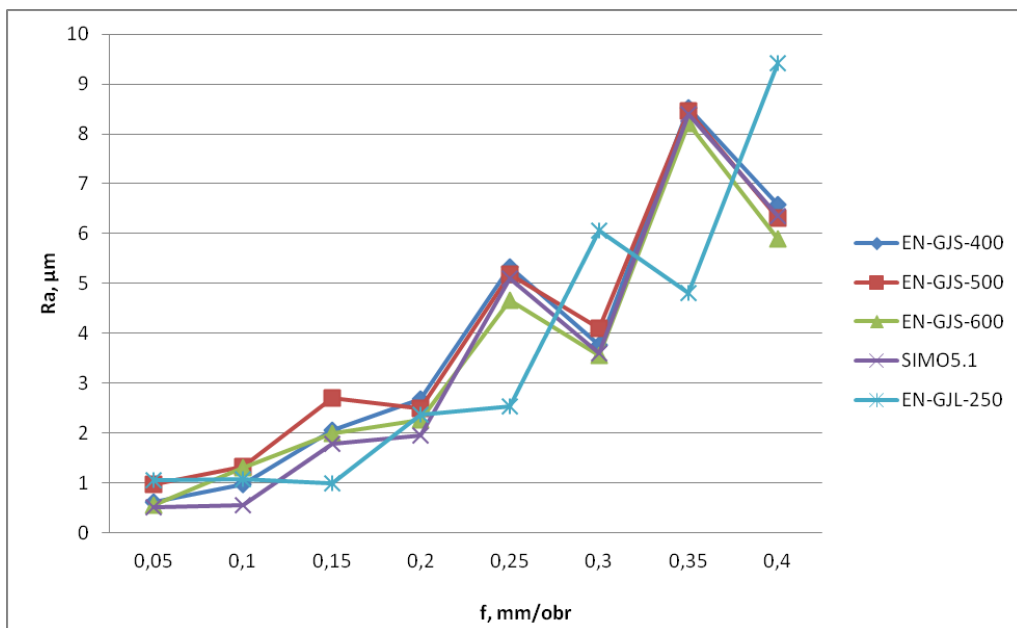
Do przeprowadzenia prób skrawania użyto płytki DCMG150608 KF o promieniu naroża  $r_\epsilon$  0,8 mm. Pomiary chropowatości zostały przeprowadzone profilometrem stykowym bezślizgaczowym TOPO 01P. Badania zostały zrealizowane dla parametrów technologicznych zestawionych w tabeli nr 1. Parametry te zostały dobrane na podstawie danych sugerowanych przez producenta ostrzy skrawających, oraz zostały one dodatkowo rozszerzone przez autorów. Do przeprowadzenia prób skrawania przygotowano tym samym narzędziem próbki walcowe o średnicy  $\varnothing$  25 mm i długości 100 mm z czego 50 mm zamocowano w uchwycie trójszczękowym.

Tab.1. Zestawienie parametrów skrawania użytych do przeprowadzenia eksperymentu

prędkość skrawania $v_c$ , m/min	$v_c = 170; 180; 190; 200; 210; 220; 230; 240; 250; 260; 270$ m/min
posuw $f$ , mm/obr	$f = 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4$ mm/obr
głębokość skrawania $a_p$ , mm	$a_p = 0,5$ mm

## 3. WYNIKI BADAŃ

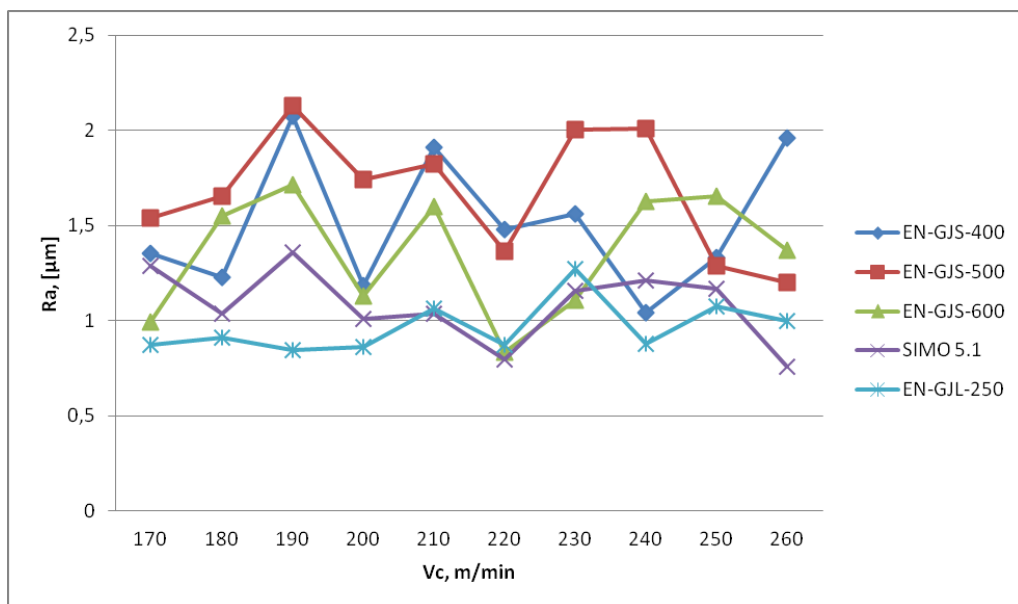
Wyniki badań przedstawiono na rys. 1÷5. Na rys. 1 został przedstawiony wpływ posuwu na parametr chropowatość  $R_a$  podczas prowadzenia prób skrawania z prędkością  $v_c = 200$  m/min dla różnych żeliw.



Rys. 1 Zestawienie wyników badań wpływu posuwu na parametr Ra chropowatości, przy stałej prędkości skrawania  $v_c=200\text{mm/min}$ .

Widać wyraźnie, że wraz ze wzrostem posuwu przy stałej prędkości skrawania wzrasta parametr chropowatości Ra. W przypadku żeliw sferoidalnych i żeliwa krzemowo-molibdenowego z wykresu wynika, że najmniej korzystnym parametrem posuwu jest posuw 0,35 mm/obr. Z punktu widzenia otrzymania najkorzystniejszego parametru chropowatości należy prowadzić obróbkę z posuwem 0,05 mm/obr. Z punktu widzenia na ekonomiki obróbki dużo lepszym parametrem do prowadzenia skrawania jest posuw 0,2 mm/obr ponieważ do tej wartości parametr chropowatości Ra nie przekracza wartości 3  $\mu\text{m}$ . Nieznacznie wartość tego parametru wzrasta przy posuwie 0,3 mm/obr. Zupełnie inaczej zachowuje się żeliwo szare. Parametr chropowatości Ra w przypadku tego żeliwa jest większy z powodu powstałych rys i zagłębień spowodowanych prowadzeniem procesu obróbki.

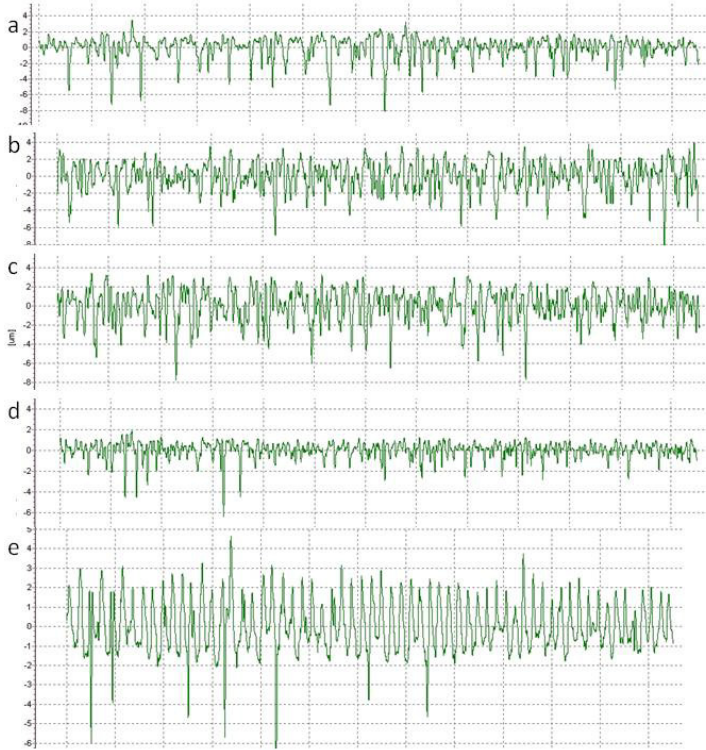
Na rysunku nr 2 przedstawiono wpływ prędkości skrawania na parametr chropowatość Ra podczas prowadzenia prób skrawania ze stałym posuwem  $f=0,1\text{ mm/obr}$ .



Rys. 2 Zestawienie wyników badań wpływu prędkości skrawania na parametr Ra chropowatości, przy stałym posuwie  $f=0,1$  mm/obr.

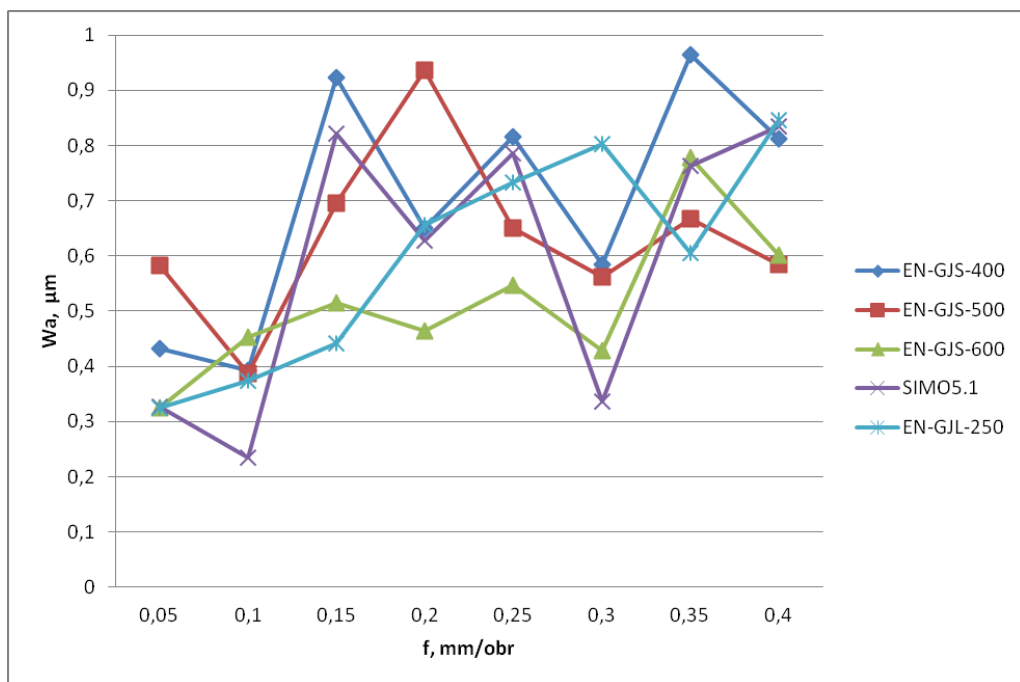
Z rysunku nr 2 widać, że prędkość skrawania w badanych jej przedziałach nie wpływa znacząco na wyniki parametru chropowatości Ra. Dla żeliwa chromowo-molibdenowego, szarego i sferoidalnego 600 najlepszą prędkością skrawania wydaje się prędkości 220 m/min. Dla pozostałych dwóch rodzajów żeliw najlepszą dobraną prędkością wydaje się prędkości w przedziale 240-260 m/min. Podczas przeprowadzania badań nie obserwowano narostu, a prędkość skrawania nie była na tyle duża, by wpływała korzystnie na zjawiska termodynamiczne.

Na rysunku nr 3 pokazano przykładowe uzyskane profile chropowatości dla różnych żeliw obrabianych z posuwem 0,1 mm/obr. Z rysunku tego zauważamy pojawiające się głębokie rysy w zarejestrowanym profilu, są one spowodowane wykruszeniem lub wyrwaniem podczas obróbki cząstek grafitu. Najgłębsze tego typu wady powierzchni powstały w przypadku obróbki żeliwa szarego gdzie grafit jest w postaci płatkowej, natomiast dużo płytsze są gdy grafit jest w postaci kulkowej.



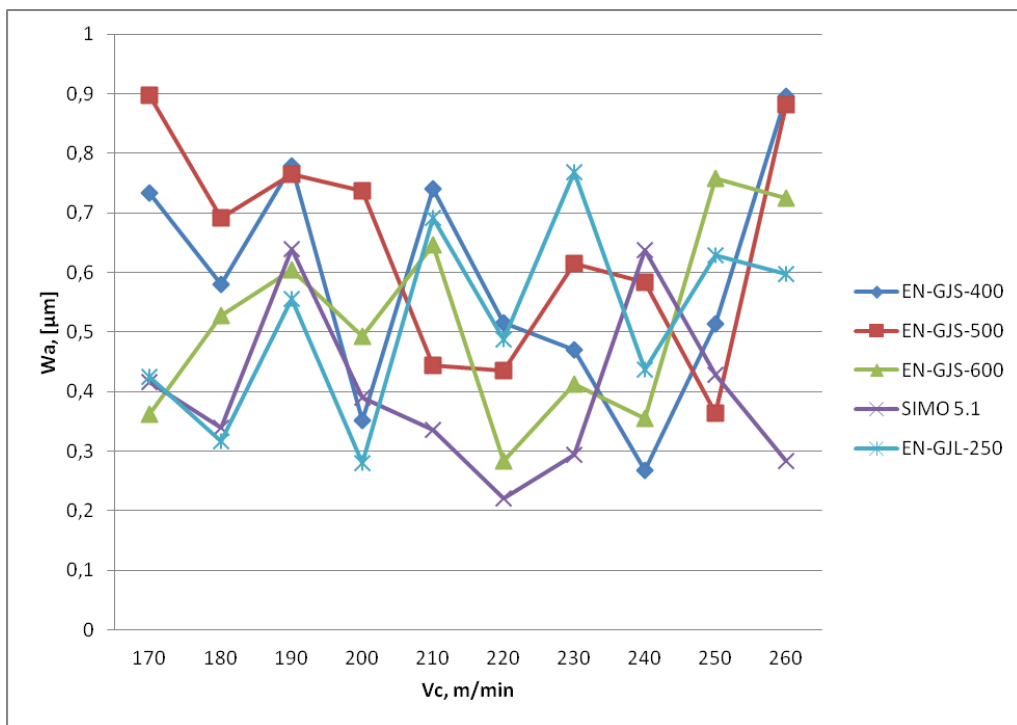
Rys. 3 Profile chropowości żeliw: a) EN-GJS-400, b) EN-GJS-500, c) EN-GJS-500, d) SIMO 5.1. e) EN-GJL-250, dla  $v_c=200$  m/min,  $f=0,15$  mm/obr.

W przeprowadzonych badaniach przeanalizowano również wpływ wybranych parametrów technologicznych na wartość parametru średniego arytmetycznego odchylenia profilu falistości  $W_a$ , opisującego falistość wytworzonej powierzchni. Na rysunku nr 4 opisującego zmianę parametru  $W_a$  w funkcji posuwu zauważamy, że wraz ze wzrostem tego parametru parametr falistości  $W_a$  wzrasta. Błędy falistości generowane są głównie przez drgania występujące w układzie OUPN [10]. Wzrost falistości spowodowany jest zwiększeniem przekroju poprzecznego warstwy skrawanej, co przekłada się na większe drgania w układzie OUPN w wyniku wzrostu oporu skrawania.



Rys. 4 Wpływ posuwu na parametr falistości  $W_a$

Rysunek 5 przedstawia wpływ prędkości skrawania na parametr falistości  $W_a$ . Żeliwa EN-GJS-400, EN-GJS-500 i SIMO5.1. wykazują wzrost parametru falistości wraz ze wzrostem prędkości skrawania, natomiast dla żeliw EN-GJS-600 oraz żeliwa szarego EN-GJL-250 wraz ze wzrostem prędkości skrawania maleje parametr  $W_a$  opisujący falistość kształtowanej powierzchni.



Rys. 5 Wpływ prędkości skrawania na parametr falistości  $W_a$

#### 4. WNIOSKI

W artykule został przedstawiony wpływ parametrów technologicznych obróbki na wybrane parametry chropowatości i falistości powierzchni żeliw. Z otrzymanych wykresów możemy łatwo wskazać najbardziej optymalne parametry technologiczne według wymaganych parametrów jakości powierzchni, a także jej wydajności. Z otrzymanych wyników widać, że większy wpływ na jakość powierzchni ma posuw. Najkorzystniejszym ze względu na chropowatość jak i falistość powierzchni jest prowadzenie obróbki z posuwem 0,05 mm/obr. Zmiana prędkości skrawania nie wpływa tak znacząco na jakości powierzchni, lecz znacząco wpływa na wydajność procesu. Prowadzenie obróbki w pewnych przedziałach prędkości skrawania pozwala zmniejszyć chropowatość jak i falistość powierzchni. Zastosowanie parametrów poza zakresem sugerowanym przez producenta pozwala na uzyskanie zadowalającej jakości powierzchni.



## LITERATURA

- [1] ADAMCZAK S., *Pomiary geometryczne powierzchni*, Warszawa: WNT, 2009
- [2] MAKIEŁA W., *An evaluation of irregularities of milled surface by the wavelet analysis*, Manufacturing Engineering, vol, 9, No. 3, 2010, 22-26
- [3] STACHURSKI W., *Wyznaczenie zależności matematycznej do obliczeń i analizy chropowatości powstałej w procesie toczenia*, Mechanik nr 3/2013, 204-2010.
- [4] GRZESIK W., *Porównanie cech stereometrycznych chropowatości powierzchni tworzonych w toczeniu i szlifowaniu stali utwardzonej*, Mechanik 4/2014, 274-279.
- [5] ADAMCZAK S., MIKO E., CUS F., *A model surface roughness constitution in the metal cutting process applying tools with defined stereometry*, Precision Engineering-Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, vol 34, No 3, 2010, 619-626.
- [6] CIELOSZYK J., OLSZAK W., SKRODZEWICZ E., SOBKOWIAK E., *Stan geometryczny powierzchni frezowanej czółowo z dużymi posuwami*. Materiały konferencji I Forum Prac Badawczych "Kształtowanie części maszyn przez usuwanie materiału: Koszalin 1994, 45-55.
- [7] ALAUDDIN M., EL BARADIE M.A., HASHMI M.S.J., *Optimization of surface finish in end milling inclonel 718*. Journal of Material Processing Technology 56, 1996, 5465.
- [8] CHEUNG C.F., LEE W.B., *A theoretical and experimental investigation of surface roughness formation in ultra-precision diamond turning*. International Journal of Machine Tools & Manufacture
- [9] ZAWADA-TOMKIEWICZ A., *Teoretyczne i doświadczalne podstawy monitorowania procesu toczenia z wykorzystaniem informacji o cechach stereometrycznych obrabianej powierzchni*, Koszalin 2012.
- [10] WIECZOROWSKI M., CELLARY A., CHAJDA J., *Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni czyli o chropowatości i nie tylko*, Poznań 2003.