

doc.dr inż. Mieczysław FELD, dr inż. Adam BARYLSKI, mgr inż. Andrzej
RADLAK, mgr inż. Bogusław WITKA
Instytut Technologii Budowy Maszyn
Politechnika Gdańska

WPLYW WARUNKÓW OBRÓBKI NA CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI PRZY TOCZENIU KSZTAŁTUJĄCYM STALI I ŻELIWA

1. Wstęp

Jednym z powszechnie przyjętych kryteriów oceny powierzchni po to-
czeniu kształtującym jest jej chropowatość. Czynniki mające istotny wpływ
na ten wskaźnik jakości obróbki związane są z materiałem obrabianym, na-
rzędziem i warunkami skrawania. Pomijając ogólnie znaną klasyfikację tych
czynników wymienić można najistotniejsze z nich: strukturę materiału obra-
bianego, szczyrbatość krawędzi skrawającej i zużycie ostrza, promień naro-
ża, kąty przystawienia i posuw. Wśród czynników niestereometrycznych,
które decydują o tym, że chropowatość rzeczywista jest większa od teore-
tycznej wymienia się: drgania w układzie OUPN, odkształcenia sprężyste
i plastyczne przedmiotu obrabianego i narzędzia, zanieczyszczenie płynu
obróbkowego i narost na ostrzu, na tworzenie którego największy wpływ po-
siada prędkość skrawania.

Od wielu lat, np. [1,3,5] budowane są modele teoretyczne chropowato-
ści powierzchni obrabianej, głównie przy odwzorowaniu łukowym ostrza.
Ujmują one wpływ promienia naroża, kątów przystawienia i posuwu. Najwię-
ksza różnica pomiędzy profilem idealnym, a zaobserwowanym występuje pod-
czas obróbki kształtującej i wykańczającej, mimo nie występowania narostu
na ostrzu. Koniecznym staje się w tych przypadkach korzystanie z zależno-
ści empirycznych [2].

2. Czynniki badane i plan eksperymentu

W badaniach własnych podczas toczenia stali 45 i żeliwa Z1250
z uwagi na stosunkowo dużą liczbę czynników wpływających na chropowatość
powierzchni obrobionej podzielono je na dwie grupy - stałe i zmienne.
Eksperyment przeprowadzono na tokarce TZC-32N z układem sterowania nu-
merycznego NUMEROBLOK 21T01. Czynniki stałymi badań podczas obróbki

stali 45 /w stanie normalizowanym/ były:

- nóż tokarski vL 171.36-3225 z płytką skrawającą TNMM 220408 gatunku S10S,
- wysięg noża z imaka NO4 równy 32 mm,
- geometria ostrza: $\gamma_0 = -5^\circ$, $\alpha_0 = 5^\circ$, $\lambda = -6^\circ$, $\chi_T = 93^\circ$, $\chi'_T = 27^\circ$, $r_\epsilon = 0,8\text{mm}$
- środowisko skrawania: emulsja olejowa o stężeniu 4%.

Próby prowadzono płytką niestępną.

Jako czynniki zmienne badań przyjęto technologiczne parametry skrawania:

prędkość skrawania $v = x_1$, posuw $p = x_2$ i głębokość skrawania $g = x_3$.

Odmienne czynniki stałe stosowano podczas toczenia żeliwa ZI250

- nóż tokarski vL 117.26-2525 z płytką skrawającą TNMA 160408 gatunku H10S,
- wysięg noża równy 25 mm,
- geometrię ostrza: $\gamma_0 = -5^\circ$, $\alpha_0 = 5^\circ$, $\lambda = -7^\circ$, $\chi_T = 90^\circ$, $\chi'_T = 30^\circ$, $r_\epsilon = 0,8\text{mm}$
- środowisko skrawania: powietrze atmosferyczne.

W badaniach wykorzystano rotatabilny plan eksperymentu [4] - tab.1.

Tab.1. Plan eksperymentu

Nr próby	Wartości kodowe czynników zmiennych		
	\hat{x}_1	\hat{x}_2	\hat{x}_3
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	-1,682	0	0
10	1,682	0	0
11	0	-1,682	0
12	0	1,682	0
13	0	0	-1,682
14	0	0	1,682
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

Wartości czynników zmiennych przyjętych w badaniach zamieszczono w tab.2.
 Tab.2. Wartości czynników zmiennych

Rodzaj czynnika	Jednostka	Oznaczenie	Wartości kodowe				
			-1,682	-1	0	1	1,682
			Wartości czynnika				
Prędkość skrawania	m/min	x_1	$\frac{60^x}{40^{xx}}$	119	205	291	350
				62	95	128	150
Posuw	mm/obr.	x_2	<u>0,07</u>	<u>0,20</u>	<u>0,40</u>	<u>0,60</u>	<u>0,73</u>
			0,07	0,17	0,37	0,57	0,67
Głębokość skrawania	mm	x_3	<u>0,19</u>	<u>0,56</u>	<u>1,10</u>	<u>1,64</u>	<u>2,00</u>
			0,19	0,56	1,10	1,64	2,00

x Obróbka stali 45

xx Obróbka żeliwa Z1250

3. Wyniki badań i sposób ich opracowania

Na ogół jako matematyczny model chropowatości powierzchni przyjmuje się funkcję potęgową, np. [6]. W pracy [2] przyjęto wielomian drugiego stopnia w postaci:

$$R_a = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad /1/$$

Współczynniki równania /1/ obliczono wykorzystując, tzw. metodę najmniejszych kwadratów. Adekwatność funkcji regresji /1/ badano za pomocą testu F, zaś istotność współczynników - wykorzystując test t.

Przyjętą poziom istotności $\alpha = 0,05$. Wyznaczono ponadto współczynnik korekcyj wielowymiarowej R i dokładność równania e. Obliczenia wykonano w oparciu o zalecenia podane w literaturze [4,7], korzystając z oprogramowania EMC ODRA 1325.

W wyniku obliczeń uzyskano zależność opisującą wpływ parametrów technologicznych toczenia na chropowatość powierzchni stali 45 w postaci:

$$R_a = 4,74 - 0,02v - 10p + 34p^2 + 0,05vp \quad /2/$$

Współczynnik korelacji wielowymiarowej wyniósł $R = 0,996$, a dokładność

równania regresji /2/ $e = \pm 5,51 \%$.

W przypadku obróbki żeliwa Z1250 otrzymano:

$$R_g = 5,28 - 0,02v + 2,33p + 33p^2; \quad /3/$$

przy czym: $R = 0,970$ i $e = \pm 5,09 \%$.

Graficzną ilustrację wpływu czynników zmiennych na chropowatość powierzchni toczzonej przedstawiono na rys. 1 i 2.

4. Dyskusja wyników badań i wnioski końcowe.

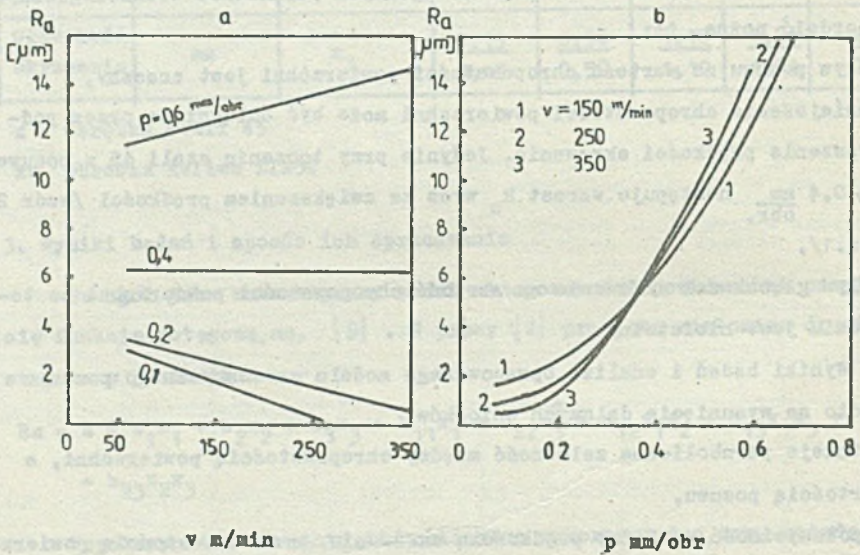
Analizując wpływ wartości poszczególnych parametrów technologicznych stwierdzić można, że:

- wpływ posuwu na wartość chropowatości powierzchni jest znaczny,
- zmniejszenie chropowatości powierzchni może być osiągnięte przez podwyższenie prędkości skrawania. Jedynie przy toczeniu stali 45 z posuwem $p > 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{obr.}}$ następuje wzrost R_g wraz ze zwiększeniem prędkości /wzór 2, rys.1/,
- wpływ głębokości skrawania na wartość chropowatości powierzchni po toczeniu jest nieistotny.

Wyniki badań i analiza opracowanego modelu matematycznego pozwala ponadto na wysunięcie dalszych wniosków:

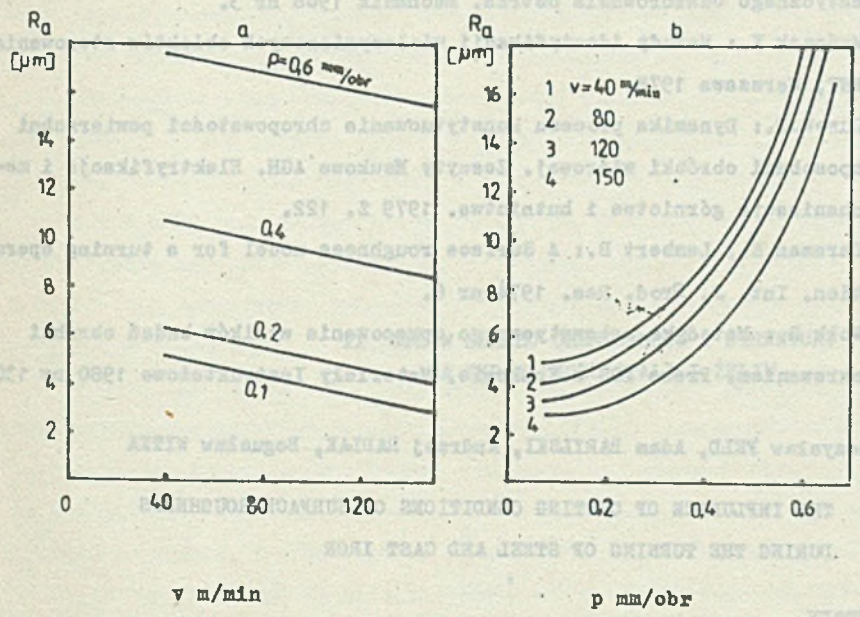
- istnieje paraboliczna zależność między chropowatością powierzchni, a wartością posuwu,
- współzależność pomiędzy prędkością skrawania, a chropowatością powierzchni ma charakter proporcjonalny,
- przyjęty model matematyczny jest adekwatny przy stosunkowo dużej wartości współczynnika korelacji wielowymiarowej i dokładności równania.

W Instytucie Technologii Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej w ramach badań skrawalnościowych wykonano także badania chropowatości powierzchni przy obróbce materiałów zaliczanych do innych grup materiałowych. Analizowano również toczenie stożków, wytaczanie i wcinanie rowków. Pełny opis tych badań zamieszczono w pracy [2].



Rys.1. Wpływ parametrów skrawania na ohropowatość powierzchni stali 45: a/ prędkości skrawania, b/ posuwu

1. Braszewski T.H.: Die Einwirkung der Oberflächenverhältnisse beim Zerspanen.
 2. Feid M., Kurylski A., Kubiak A., Wilin B.: Badanta skrawaniobolowa na
 3. Kaczmarek J.: Charakterystyka teoretyczna i wyznaczenie parametrów
 4. Kaczmarek J.: Charakterystyka teoretyczna i wyznaczenie parametrów



Rys.2. Wpływ parametrów skrawania na chropowatość powierzchni żeliwa Zl 250: a/ prędkości skrawania, b/ posuwu

Literatura

1. Brammertz P.H.: Die Entstehung der Oberflächenrauheit beim-Feindrehen. Industrie-Auzeiger 1961 nr 2.
2. Feld M., Barylski A., Radlak A., Witka B.: Badania skrawalnościowe na tokarkach sterowanych numerycznie. Politechnika Gdańska. Inst.Technol. Bud.Maszyn. Gdańsk 1980. Praca niepublikowana.
3. Kaczmarek J.: Chropowatość teoretyczna jako wynik geometryczno-kinematycznego odwzorowania ostrza. Mechanik 1968 nr 3.
4. Mańczak K.: Metody identyfikacji wielowymiarowych obiektów sterowania. WNT, Warszawa 1978.
5. Rusek P.: Dynamika procesu konstytuowania chropowatości powierzchni sposobami obróbki wiórowej. Zeszyty Naukowe AGH. Elektryfikacja i mechanizacja górnictwa i hutnictwa. 1979 Z. 122.
6. Taraman K., Lambert B.: A Surface roughness model for a turning operation. Int. J. Prod. Res. 1974 nr 6.
7. Woźk R.: Metodyka matematycznego opracowania wyników badań obróbki skrawaniem. Prace IOS w Krakowie. Materiały Instruktażowe 1980 nr 130.

Mieczysław FELD, Adam BARYLSKI, Andrzej RADLAK, Bogusław WITKA

THE INFLUENCE OF CUTTING CONDITIONS ON SURFACE ROUGHNESS
DURING THE TURNING OF STEEL AND CAST IRON

Summary

The results of investigations of surface roughness during the turning of steel and cast iron are presented. The influence of technological parameters is evaluated. Statistical and experimental formulae are presented.