

# Aplikacyjne aspekty doboru foliowych taśm ściernych do procesów mikrowygładzania powierzchni technicznych

Application aspects of the abrasive foil strips selection for micro-finishing of technical surfaces

RYSZARD ŚCIEGIENKA  
WOJCIECH KACALAK  
RYSZARD LEWKOWICZ  
PIOTR PIĄTKOWSKI \*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.374

W artykule zawarta jest analiza teoretyczna oraz wyniki badań doświadczalnych mikrowygładzania powierzchni stalowego wałka przy użyciu kilkunastu foliowych taśm ściernych o wymiarach ziaren od 80 do 5  $\mu\text{m}$ . Każdą taśmą wygładzała przeznaczony jej fragment szlifowanej powierzchni wałka w łącznym czasie 18 s, z identycznymi parametrami obróbki.

**SŁOWA KLUCZOWE:** mikrowygładzanie, folie ściernie, topografia powierzchni

*The analysis of theoretical and experimental research results of steel roller surfaces micro-finishing were present in this article. For these operations a dozen types of abrasive foil strips with grain's from 80 to 5 microns were used. Each part of these roller surfaces were smoothing by 18 seconds with the same of machining parameters.*

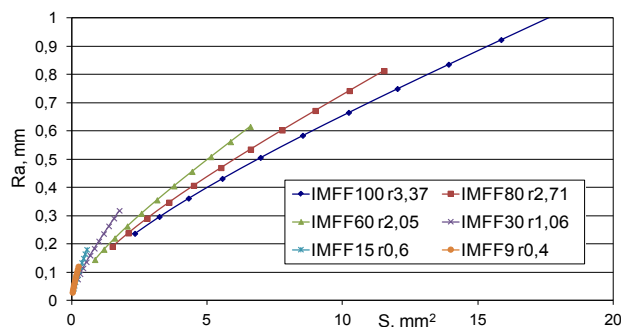
**KEYWORDS:** microfinishing, foiles abrasive, surface topography

Zestaw foliowych taśm ściernych (FTS) do realizacji procesu sekwencyjnego mikrowygładzania jest zależny od topografii powierzchni przed obróbką i wymagań dotyczących powierzchni obrobionej oraz od innych parametrów procesu obróbki. Niewłaściwy wybór cech pierwszej taśmy zestawu może doprowadzić do zwiększenia chropowatości powierzchni. Jest to duży problem w zastosowaniach praktycznych, zwłaszcza że obróbka ta jest stosowana dla różnych powierzchni, w tym powierzchni po toczeniu [1, 2].

## Teoretyczne podstawy doboru foliowych taśm ściernych do procesów sekwencyjnego mikrowygładzania

W pracy [6] zawarto teoretyczne podstawy doboru foliowych taśm ściernych do procesów sekwencyjnego mikrowygładzania powierzchni technicznych. Potencjał wygładzający tych taśm zależy od wielu czynników. Na rys. 1 przedstawiono zależność parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni obrobionej od przekroju  $S$  warstwy skrawanej przez pojedyncze ziarna taśm ściernych. Wykresy zostały zbudowane dla foliowych taśm ściernych IMFF o wymiarach ziaren 9 do 100  $\mu\text{m}$ , wykonanych z elektrokorundu, których wierzchołki zamodelowano jako kuliste o promieniach od  $r = 0,4$  do  $r = 3,37$   $\mu\text{m}$ . Zastosowana w badaniach druga odmiana kinematyczna (bez posuwu, z oscylacją) [4, 6] umożliwiła obróbkę krótkich czopów o długości równej lub mniejszej od szerokości taśmy.

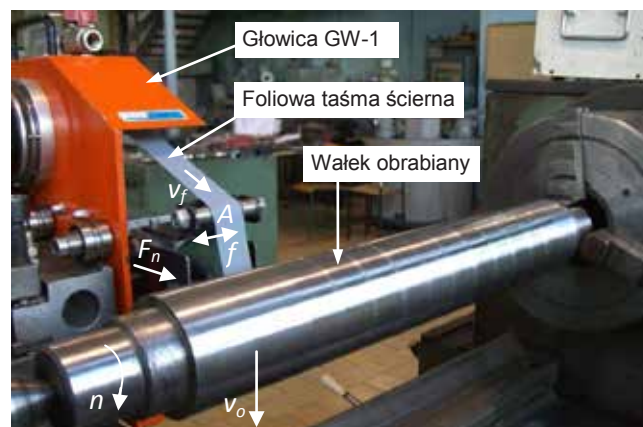
\* Prof. nadzw. dr hab. inż. Ryszard Ściegienka (ryszard.sciegenka@tu.koszalin.pl), prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak (wojciech.kacalak@tu.koszalin.pl), prof. nadzw. dr hab. inż. Ryszard Lewkowicz (ryszard.lewkowicz@tu.koszalin.pl), prof. nadzw. dr hab. inż. Piotr Piątkowski (piotr.piatkowski@tu.koszalin.pl) – Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny



Rys. 1. Zależność parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni obrobionej od przekroju  $S$  warstwy skrawanej przez pojedyncze ziarna taśm ściernych

## Stanowisko badawcze i parametry obróbki

Na rys. 2 przedstawiono widok stanowiska obróbkowego z zastosowaniem głowicy GW-1, opracowanej i zbudowanej na Politechnice Koszalińskiej [4, 5], zamontowanej na tokarce uniwersalnej CU-500.



Rys. 2. Stanowisko obróbkowe

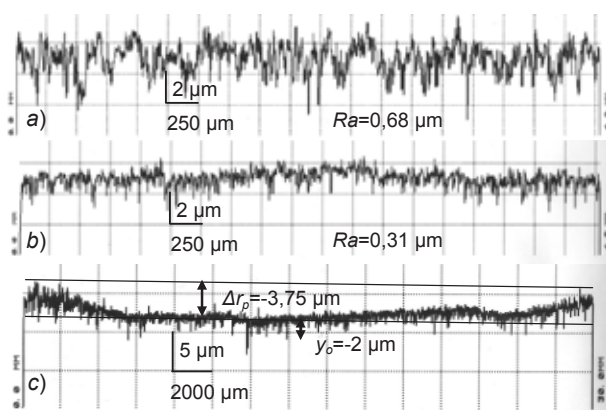
Obrabiano wałek o średnicy 75,1 mm i długości 450 mm, wykonany ze stali 41Cr4 o twardości 28–32 HRC. Stosowano taśmy typu IMFF 80, 60, 30, 15, 9 AO o szerokości  $b_f = 25$  mm i typu ILF 30, 15, 9, 5 AO i SC o szerokości  $b_f = 1$ ” [3, 6]. Wartości parametrów wynosiły:  $v_o = 94,37$  m/min,  $A = 2$  mm,  $f = 400$  min<sup>-1</sup>,  $v_f = 120$  mm/min, siła  $F_n = 70$  N, liczba zabiegów każdą z taśm – 3, czas zabiegu  $t = 6$  s, a łączny czas maszynowy obróbki – 18 s. Stosowano rolki dociskowe o średnicy 75 mm, długości czynnej 22 mm i twardości elastomeru 50 Sh. Szerokość strefy kontaktu taśmy z powierzchnią przedmiotu wynosiła  $B = 6,5$  mm. Mikrowygładzanie prowadzono bez chłodzenia. Obroty wałka wynosiły  $n = 400$  min<sup>-1</sup> (w czasie 6 s wałek wykonywał 40 obrotów). Długość sinusoidalnego toru ziarna  $l_{s2}$

na powierzchni obrobionej dla 40 obrotów wałka wynosiła 9444 mm (dla toru obwodowego: 9437 mm).

Pomiarów chropowatości powierzchni wałka dokonywano na profilometrze T2000 firmy Hommelwerke, z zastosowaniem czujnika TKL100 ( $\alpha = 60^\circ$ ,  $r = 2 \mu\text{m}$ ).

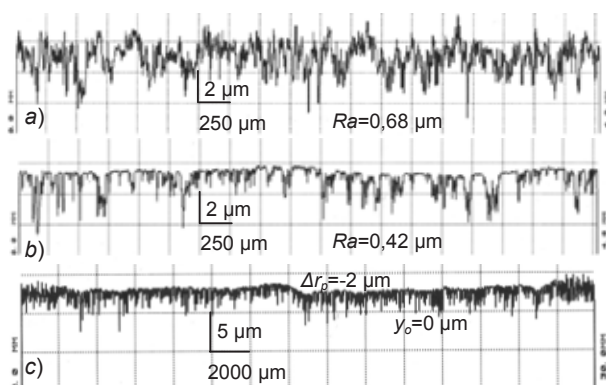
### Wyniki badań i ich analiza

Wyniki badań przedstawiono na profilogramach wybranych powierzchni oraz na wykresach pokazujących zależności efektów od czasu mikrowygładzania. Na rys. 3 i 4 pokazano efekty obróbki taśmami typu IMFF – z nasypem ściernym jednowarstwowym nałożonym w polu elektrostatycznym – o wymiarach ziaren 80 i 9  $\mu\text{m}$ . Rys. 3a i 4a to profilogramy powierzchni szlifowanej wałka, a rys. 3b i 4b – powierzchnie po trzech zabiegach mikrowygładzania, w łącznym czasie 18 s. Profilogramy na rys. 3c i 4c to kształt miejsc obrobionych w tym czasie.



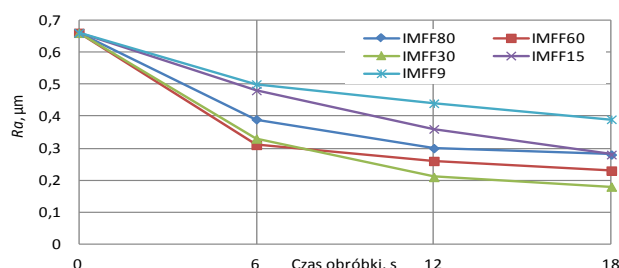
Rys. 3. Profilogramy powierzchni: a) szlifowanej, b) wygładzonej taśmą IMFF80 AO, c) przedstawiający kształt miejsca obrobionego

Obydwie taśmy dokonały wygładzenia powierzchni. Taśma IMFF80 AO utworzyła całkowicie nową powierzchnię, zmniejszyła promień wałka o  $\Delta r_{p \max} = -3,75 \mu\text{m}$  i przesunęła zarys profilu chropowatości w kierunku rdzenia materiału, a taśma IMFF9 AO usunęła wierzchołki nierówności, zmniejszając promień wałka o  $\Delta r_{p \max} = -2 \mu\text{m}$ . Powierzchnia jest złożona z powierzchni będącej wynikiem pracy taśmy oraz zboczy i dolin powierzchni początkowej (szlifowanej).



Rys. 4. Profilogramy powierzchni: a) szlifowanej, b) wygładzonej taśmą IMFF9 AO, c) przedstawiający kształt miejsca obrobionego

Długość wałka przedstawiona na profilogramie wynosi 30 mm, a skrajne fragmenty po około 0,5 mm każdy pokazują powierzchnię początkową (szlifowaną). Umożliwiło to dokonanie oceny wartości zmniejszenia promienia obrabianego wałka  $\Delta r_p$  oraz oszacowanie przesunięcia zarysu profilu chropowatości  $y_o$ .



Rys. 5. Wartości parametru  $Ra$  powierzchni wygładzonej taśmami typu IMFF o wymiarach elektrokorundowych ziaren od 9 do 80  $\mu\text{m}$

Z wykresów na rys. 5 wynika, że najlepsze wygładzenie powierzchni po trzech zabiegach (18 s) uzyskano dla taśmy IMFF30 AO ( $Ra = 0,18 \mu\text{m}$ ), przy  $\Delta r_p = -2,5 \mu\text{m}$ , i  $y_o = 0 \mu\text{m}$ . Powierzchnia jest złożona z częściowo wygładzonych wierzchołków oraz ze zboczy i dolin powierzchni początkowej. Największe zmniejszenie promienia wałka  $\Delta r_p = -3,75$  i  $-3,5 \mu\text{m}$  osiągnęły taśmy gruboziarniste IMFF 80 i 60 AO i tylko one utworzyły nowe powierzchnie, przesuwając zarys profilu chropowatości w kierunku rdzenia materiału o  $y_o = -2 \mu\text{m}$ . Pozostałe taśmy tego rodzaju wygładzały powierzchnie poprzez zmniejszanie wysokości wierzchołków nierówności stosownie do wymiaru ziaren ściernych.

### Podsumowanie

Zastosowanie jednakowych parametrów i warunków obróbki w kolejnych zabiegach mikrowygładzania umożliwiło ocenę taśm i sformułowanie wniosków z badań.

- Wszystkie stosowane w badaniach FTS spowodowały zmniejszenie chropowatości powierzchni wałka.
- Taśmy IMFF z ziarnami elektrokorundowymi o wymiarach 80 i 60  $\mu\text{m}$  usunęły największe objętości materiału i utworzyły nowe powierzchnie o nowych topografiach.
- Taśmy IMFF 30, 15, 9 AO oraz wszystkie taśmy typu ILF usunęły część materiału z wierzchołków nierówności początkowej i utworzyły powierzchnie typu *plateau*, ale nie wygładziły dolin nierówności początkowych.
- Zmniejszenie promienia obrobionego wałka było małe i osiągnęło maks. wartość 3,75  $\mu\text{m}$  dla taśmy IMFF80 AO i czasu 18 s.
- Podczas doboru FTS do procesu mikrowygładzania powierzchni technicznych pierwsza taśma powinna zawierać ziarna ściernie o dużych wymiarach, umożliwiające utworzenie nowej powierzchni o mniejszych nierównościach.

### LITERATURA

1. Grzesik W., Rech J., Wanat T. "Surface finish on hardened bearing steel parts produced by superhard and abrasive tools". *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Vol. 47 (2007): pp. 255-262.
2. Grzesik W. „Polepszenie jakości technologicznej i użytkowej części z materiałów utwardzonych”. Cz. I. *Mechanik*. Nr 7 (2011): s. 564-569. Cz. II. *Mechanik*. Nr 8-9 (2011): s. 650-657.
3. Kacalak W., Lewkowicz R., Ściegienka R. „Potencjał obróbkowy foliowych taśm ściernych w procesach mikrowygładzania”. *Materiały XXIII Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej*. Rzeszów-Myczkowce 2000.
4. Lewkowicz R., Kacalak W., Ściegienka R., Bałasz B. „The new methods and heads for precision microfinishing with application of microfinishing films”. *5th International Congress on Precision Machining*. ICPM 2009. September 15-19th 2009, Stará Lesná-Słowacja.
5. Ściegienka R., Lewkowicz R., Kacalak W., Charkiewicz L., Bokiej S. „Głowica do mikrowygładzania foliowymi taśmami ściernymi zewnętrznymi powierzchniami walcowymi”. Politechnika Koszalińska (zgłoszenie z 22.11.2010). Patent nr PL 217267B1.
6. Ściegienka R. „Teoretyczne i doświadczalne podstawy mikrowygładzania powierzchni foliami ściernymi”. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, 2012.