

Wpływ rozdzielczości czujnika konfokalnego na pomiary struktury geometrycznej powierzchni

Influence of confocal probe resolution on surface texture measurement

ANETA ŁĘTOCHA
TATIANA MILLER
KRZYSZTOF GAJDA *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.11.482

Artykuł przedstawia badania mające na celu ocenę wpływu rozdzielczości czujnika optycznego na pomiary struktury geometrycznej powierzchni. Badania wykonano z użyciem czujników mierzących metodą konfokalnego profilowania. Dobrano powierzchnie o nieokresowym charakterze. Przeprowadzono analizę parametrów chropowatości profilu oraz powierzchni. **SŁOWA KLUCZOWE:** metoda konfokalnego profilowania, topografia powierzchni, chropowatość, metodyka pomiaru

Paper presents research performed in order to evaluation of influence of optical probe resolution on surface texture measurements. Measurements were performed with use confocal profiling probes. Surfaces with aperiodic character were selected. Analysis of roughness profile and surface parameters was performed.

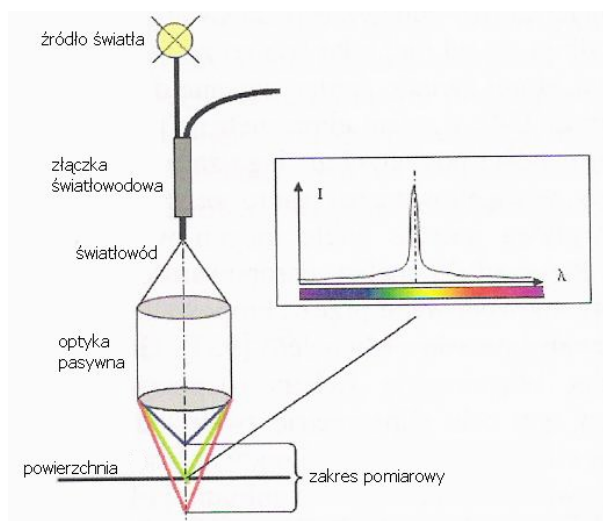
KEYWORDS: confocal profiling method, surface texture, roughness, measurement methodology

Optyczne metody pomiaru zyskują w obecnych czasach coraz większą popularność. W przyrządach optycznych pomiar może być wykonywany poprzez zbieranie punktów z pewnego obszaru zależnego od użytego powiększenia oraz wbudowanej matrycy, jak np. w metodach interferometrycznych lub w mikroskopach konfokalnych. Metody takie pozwalają na bardzo szybkie przeprowadzanie pomiarów. Dostępne są również optyczne metody profilowania, w których pomiar odbywa się jak w przyrządach stykowych, np. konfokalna, z użyciem której wykonano badania omówione w tym artykule. Wiadome jest, że parametry głowicy stykowej, takie jak promień zaokrąglenia i kąt stożka ostrza odwzorowującego, wpływają na otrzymywane wyniki parametrów chropowatości [1]. Jak natomiast na wyniki pomiaru wpływa rozdzielczość czujnika konfokalnego? Jest o tyle ważne, że razem ze zmniejszaniem się rozdzielczości czujnika konfokalnego rośnie zakres pomiarowy w osi pionowej.

Metoda i parametry pomiaru

Czujniki konfokalne są swego rodzaju sensorami skupiającymi. Wiązka światła białego podczas padania na powierzchnię jest rozszczepiana przez pasywny układ optyczny i powstaje kolorowe widmo, które następnie jest kierowane na powierzchnię próbki. Długość fali lub częstotliwość barwy skupionej na powierzchni przetwarzana jest na informację o wysokości nierówności. Ocenie podlega tylko długość fali, natomiast amplituda i natężenie nie wpływają na wynik pomiaru. Przyrządy z czujnikami kon-

fokalnymi charakteryzuje mały rozmiar plamki pomiarowej, co przekłada się na możliwość pomiaru małych obiektów [2–5]. Na rys. 1 przedstawiono schemat i zasadę działania czujnika konfokalnego.



Rys. 1. Schemat i zasada działania czujnika konfokalnego [3]

Pomiary zostały wykonane z użyciem multisensorowego przyrządu stykowo-optycznego Altisurf 500. Pomiary wykonano za pomocą czujników konfokalnych: CL1 o zakresie 130 μm i rozdzielczości pionowej 8 nm oraz CL2 o zakresie 400 μm i rozdzielczości pionowej 22 nm. Do badań wykorzystano próbkę ceramiczną o losowym charakterze powierzchni. Wybrano trzy obszary pomiarowe, każdy o wymiarach 4 x 4 mm. Pomiary wykonano z prędkością 0,5 $\mu\text{m/s}$ i krokami próbkowania równymi: 0,5 μm w osi X, 10 μm w osi Y. Wykorzystano filtrację medianową (w celu usunięcia pików) oraz odporny filtr Gaussa z wartością *cut-off* równą 0,8 mm [6, 7]. Dobrano parametry chropowatości pozwalające na pełną ocenę charakteru powierzchni i profilu (wzniesień i wgłębień): S_p , S_v , S_z , S_a , S_k , S_{pk} , S_{vk} , R_p , R_v , R_z , R_a , R_k , R_{pk} i R_{vk} [8].

Wyniki

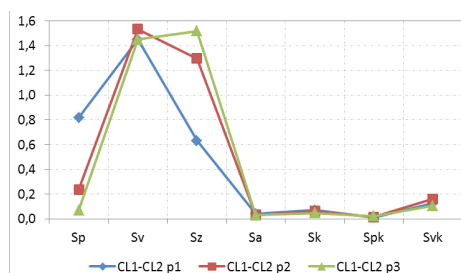
W tabl. I przedstawiono parametry chropowatości powierzchni uzyskane dla wszystkich obszarów pomiarowych z użyciem obu czujników konfokalnych. Wykres na rys. 2 pokazuje różnice w wynikach parametrów chropowatości powierzchni uzyskanych po pomiarach z użyciem obu czujników konfokalnych. Rysunek 3 przedstawia różnice w wynikach parametrów chropowatości powierzchni pomiędzy różnymi obszarami pomiarowymi zmierzonymi z użyciem czujnika konfokalnego CL1. Wykresy na rys. 4 przedstawiają różnice w wynikach parametrów chropowa-

* Mgr inż. Aneta Łętocha (aneta.letocha@ios.krakow.pl), mgr inż. Tatiana Miller (tatiana.miller@ios.krakow.pl), inż. Krzysztof Gajda (Krzysztof.gajda@ios.krakow.pl) – Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania

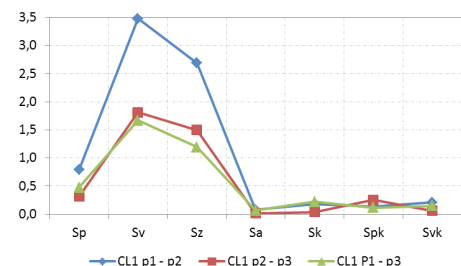
tości powierzchni pomiędzy różnymi obszarami pomiarowymi zmierzonymi z użyciem czujnika konfokalnego CL2.

TABLICA I. Parametry chropowatości powierzchni uzyskane dla wszystkich obszarów pomiarowych z użyciem obu czujników konfokalnych

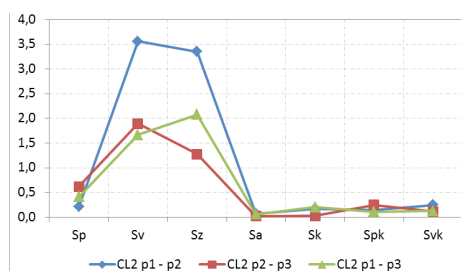
Par. μm	Obszar 1		Obszar 2		Obszar 3	
	CL1	CL2	CL1	CL2	CL1	CL2
Sp	3,14	2,32	2,34	2,11	2,66	2,73
Sv	6,47	7,92	9,95	11,48	8,14	9,59
Sz	9,61	10,24	12,29	13,59	10,80	12,31
Sa	0,56	0,62	0,65	0,69	0,64	0,67
Sk	1,70	1,77	1,88	1,94	1,92	1,97
Spk	0,48	0,47	0,34	0,33	0,60	0,57
Svk	1,24	1,36	1,45	1,61	1,39	1,49



Rys. 2. Różnice parametrów chropowatości powierzchni pomiędzy pomiarem czujnikiem CL1 i CL2



Rys. 3. Różnice parametrów chropowatości powierzchni pomiędzy różnymi obszarami próbki zmierzonymi czujnikiem CL1

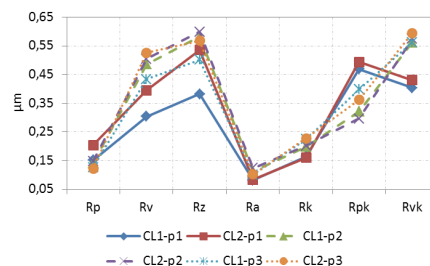


Rys. 4. Różnice parametrów chropowatości powierzchni pomiędzy różnymi obszarami próbki zmierzonymi czujnikiem CL2

Symbole $p1$, $p2$, $p3$ (rys. 2–5) oznaczają obszary pomiarowe. Można zauważyć, że dla pomiarów wykonanych z dwiema rozdzielczościami czujnika konfokalnego maksymalne różnice w wartościach parametrów chropowatości zawierają się w zakresie do $1,6 \mu\text{m}$, natomiast pomiędzy poszczególnymi obszarami pomiarowymi próbki wynoszą do $3,5 \mu\text{m}$ zarówno dla pomiarów wykonanych czujnikiem CL1, jak i CL2. W tabl. II przedstawiono parametry chropowatości profilu dla wszystkich obszarów pomiarowych z użyciem obu czujników konfokalnych. Rysunek 5 przedstawia wykresy odchylenia standardowego parametrów chropowatości profilu dla poszczególnych obszarów oraz czujników pomiarowych.

TABLICA II. Parametry chropowatości profilu uzyskane dla wszystkich obszarów pomiarowych z użyciem obu czujników konfokalnych

Par. μm	Obszar 1		Obszar 2		Obszar 3	
	CL1	CL2	CL1	CL2	CL1	CL2
Rp	1,07	1,25	1,10	1,22	1,10	1,26
Rv	1,70	2,10	1,94	2,29	1,88	2,25
Rz	2,78	3,35	3,05	3,51	2,98	3,51
Ra	0,48	0,51	0,55	0,58	0,53	0,56
Rk	1,16	1,26	1,32	1,38	1,32	1,41
Rpk	0,70	0,76	0,42	0,39	0,52	0,52
Rvk	1,13	1,27	1,43	1,54	1,27	1,36



Rys. 5. Odchylenia standardowe parametrów chropowatości profilu

Podsumowanie

Zarówno dla parametrów powierzchni, jak i profilu wyniki uzyskane z pomiarów czujnikiem CL2 (mniejsza rozdzielczość) są wyższe niż te uzyskane z użyciem CL1, to samo można zauważyć dla odchylenia standardowego parametrów chropowatości profilu. Różnice wynikające ze zmiany rozdzielczości czujnika pomiarowego nie są znaczące dla ocen wyników parametrów chropowatości próbek wykorzystanych w badaniach (o losowym charakterze i stosunkowo dużej chropowatości) – różnice pomiędzy poszczególnymi obszarami pomiarowymi są znacznie większe niż te pomiędzy czujnikami. Różnice w wynikach mogą być istotne w pomiarach powierzchni o małej chropowatości. Porównanie wyników pomiarów wykonanych z zastosowaniem czujników konfokalnych o różnej rozdzielczości często jest trudne ze względu na losowo występujące w pomiarach zakłócenia w postaci pików.

Badania stanowią część projektu nr PBS2/A6/20/2013/NCBiR/24/10/2013 „Badania i ocena wiarygodności nowoczesnych metod pomiaru topografii powierzchni w skali mikro i nano”, współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

LITERATURA

- Adamczak S., Świdorski J., Dobrowolski T. "Selected aspects of contact measurements of surface texture in nano scale". 5th International Conference on Surface Metrology. Poznań: 2016.
- Thomas T.R. „Rough Surfaces”. Second Edition. London: Imperial College Press, 1999.
- Wieczorowski M. „Wykorzystanie analizy topograficznej w pomiarach nierówności powierzchni, rozprawa doktorska”. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2009.
- ISO 25178-602, Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal – Part 602: Nominal characteristics of non-contact (confocal chromatic probe) instruments.
- Leach R. „Optical measurement of surface topography”. Springer, 2011.
- ISO 16610-31, Geometrical product specifications (GPS) – Filtration – Part 31: Robust profile filters: Gaussian regression filters.
- ISO 16610-71, Geometrical product specifications (GPS) – Filtration – Part 71: Robust areal filters: Gaussian regression filters.
- ISO 25178-2, Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal – Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters. ■