

Analizy topografii powierzchni w układzie 3D z zastosowaniem filtra w formacie prostokątnym

Surface topography analysis in 3d system using filtration in rectangle format

IRENEUSZ PIOTR CHMIELIK
HENRYK CZARNECKI *

Materiały z XX SKW PWiE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.114

W opracowaniu przedstawiono wykorzystanie do analizy wskaźników chropowatości w układzie 3D filtrów w formacie prostokątnym. Do określenia wpływu zmiany wymiaru filtra w formacie prostokątnym wybrano powierzchnie po nagniataniu tocznym charakteryzujące się dużymi odstępami nierówności i regularnym ich rozkładem. Analizy dokonano w oparciu o pomiary na profilografometrze New Form Talysurf 2D/3D 120 firmy Taylor Hobson i oprogramowanie TalyMap Platinum 5.1.1.

SŁOWA KLUCZOWE: filtrowanie w formacie prostokątnym, wskaźniki chropowatości 3D

This article presents the use of filters of rectangle format in analysis of roughness indicators in 3D system. To describe influence of filter size changes in rectangle format, surfaces after roller burnishing were chosen, which are characterized by major spaces between peaks of irregularities and regular distribution of these irregularities. Analysis was conducted based on measurements done on New Form Talysurf 2D/3D 120 by Taylor Hobson and with TalyMap Platinum 5.1.1.

KEYWORDS: filtration in rectangle format, 3D roughness indicators

Mikrogeometria powierzchni jest stosunkowo najprościej mierzalną cechą warstwy wierzchniej. Stosowana obecnie aparatura pomiarowa umożliwia na podstawie analizy zaobserwowanego profilu w przekroju w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni (2D), czy też charakterystyk trójwymiarowych (3D) wyznaczenie określonych parametrów charakteryzujących chropowatość oraz ich graficzną interpretację. Dla pełnego jego opisu należy przeprowadzić właściwą identyfikację i separację (filtrowanie) mającą za zadanie wyodrębnienie i usunięcie składowych sygnału, które nie mają istotnego wpływu dla obrazu mierzonej powierzchni. Jest to najbardziej złożony proces w analizie składowych nierówności i może być realizowany przy zastosowaniu filtrów. Filtrowanie powierzchni jest bardzo złożone z uwagi na to, że i sama powierzchnia w różnych kierunkach może posiadać różną strukturę geometryczną i jej właściwości [8, 10]. W praktyce oraz w opinii niektórych przedstawicieli badających wpływ struktury geometrycznej powierzchni na właściwości eksploatacyjne spotyka się pytanie, czy filtrować, czy też analizować dane rzeczywiste – sygnał pierwotny [9, 10]. Jednak wydaje się, że jej zastosowanie jest konieczne, ale musimy mieć świadomość, że niekiedy może prowadzić również do zafałszowania analizy i błędnych wniosków co do istoty powstania SGP oraz jej wpływu na warunki eksploatacyjne. W tych przypadkach filtr może nie mieć szczególnego uzasadnienia. Dotyczy to głównie analizy przestrzennej (3D), gdzie wobec braku unormowań i przy małym doświadczeniu pomiarowym możemy zastosować nieodpowiedni rodzaj filtra czy też analizowany obszar pomiarowy. Wówczas otrzymane wyniki mogą być mało wiarygodne.

Poprawnie przyjęty filtr pozwala uwypuklić pożądane cechy powierzchni poprzez usunięcie zbędnych składowych. Należy przy tym pamiętać, że każdy filtr (separacja) będzie wnosił pewne zniekształcenia sygnału rzeczywistego (zmierzonego) [2, 3, 5]. Zgodnie z definicjami określonych parametrów 3D ich obliczenie jest wykonywane na całym polu pomiarowym, a nie na długości odcinka elementarnego, tak jak w przypadku chropowatości profilu w układzie 2D [4, 6, 7]. Zmieniając wymiar filtra, następuje automatycznie zmniejszenie lub zwiększenie obszaru, na jakim wyliczane są programowo wyróżniki struktury geometrycznej powierzchni. Biorąc to pod uwagę, autorzy dokonali oceny wpływu wielkości i formatu filtra na otrzymane wyniki obliczeń.

Metodyka realizacji pomiarów

Do przeprowadzenia pomiarów metodą stykową wybrano jedno z najbardziej rozpowszechnionych w przemyśle urządzeń – laboratoryjny profilometr stykowy New Form Talysurf 2D/3D 120 firmy Taylor Hobson i oprogramowanie TalyMap Platinum 5.1.1. wyposażone w końcówkę pomiarową o promieniu zaokrąglenia 2 mm.

Stosowane filtry przy separacji składowej falistości nie muszą koniecznie mieć formatu kwadratowego. Czasami może się zdarzyć, że uniemożliwia to wymiar mierzonej powierzchni, gdzie szerokość (po osi Y) może być mniejsza niż wymiar filtra lub odwrotnie, że możliwa do pomiaru długość pomiaru po osi X jest mniejsza od możliwości pomiaru po osi Y. Wówczas możliwe jest zastosowanie formatu prostokątnego. O ile filtracja składowych SGP w formacie kwadratowym jest zapewniona w standardowej wersji oprogramowania TalyMap, to możliwość stosowania filtracji w formacie prostokątnym jest umożliwiona przez specjalne moduły analityczne oferowane przez firmę Taylor Hobson. Autorem niniejszego opracowania firma takie moduły udostępniła.

Analizy z zastosowaniem filtra w formacie prostokątnym

W tej części opracowania dokonano analizy wpływu formatu filtra na powierzchnię po nagniataniu tocznym ze zmiennym posuwem elementu nagniatającego ($f = 00,08; 00,14; 0,24$ mm) [3].

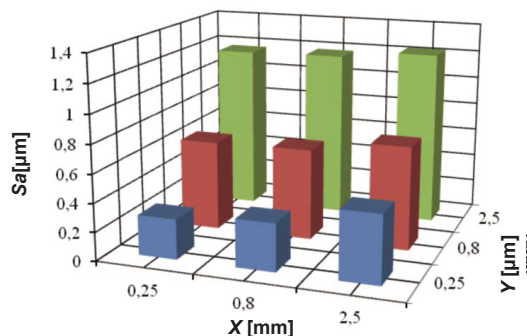
Filtracja przy użyciu powierzchni elementarnej o kształcie prostokątnym o boku równym 2,5 mm równoległym do osi X oraz o zmiennych długościach 0,08 mm, 0,8 mm i 2,5 mm równoległych do osi Y powoduje niewielkie zmiany składowych profilu w kierunku tej osi, a wynika to z braku dominującej periodyczności w tym kierunku. Profil wzdłuż śladów obróbki jest profilem losowym.

Następnie po separacji filtrem o formacie prostokątnym dokonano obliczeń wybranych parametrów chropowatości, co obrazuje tablica i dla najczęściej używanych w warunkach przemysłowych dokonano ich interpretacji na histogramach, rys. 1÷3.

* Dr inż. Ireneusz Piotr Chmielik (p.chmielik@taylor-hobson.pl) – Taylor Hobson Polska; dr hab. inż. Henryk Czarnecki, prof. PCz. (czarneck@itm.pcz.pl) – Politechnika Częstochowska

TABLICA. Zestawienie wyników parametrów 3D po zastosowaniu filtracji w formacie prostokątnym uzyskanych z powierzchni 1a (nagiatanie toczne kulka: $\varphi = 19$ mm, $F = 3$ kN, $f = 0,08$ mm)

Parametr:	Sa	Sq	St	Sz	Str	Std	Sk	Spk	Svk
0,25 x 0,80	0,334	0,448	8,72	8,72	0,552	88,3	5,85	0,977	0,453
0,25 x 2,5	0,475	0,639	9,87	9,87	0,087	88,3	5,67	1,39	0,619
0,80 x 0,25	0,634	0,774	8,77	8,77	0,0584	88,2	2,65	2,16	0,639
0,80 x 2,5	0,728	0,916	10,5	10,5	0,078	88,2	3,43	2,4	0,801
2,5 x 0,25	1,17	1,37	10,6	10,6	0,0674	88,2	2,07	4,09	0,813
2,5 x 0,80	1,18	1,39	11,2	11,2	0,0683	88,2	2,13	4,13	0,858



Rys. 1. Wpływ wielkości oraz kształtu filtra separującego składową falistości na wartość parametrów Sa

Dotyczy to zarówno kierunku w poprzek śladów obróbki jak i wzdłuż.

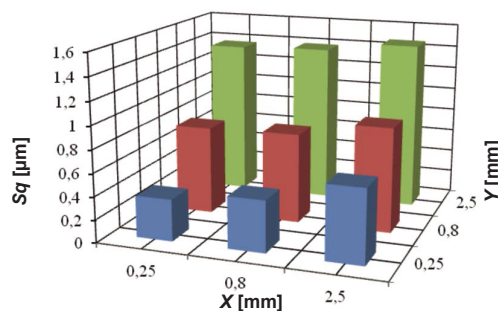
W przypadku filtracji powierzchnią elementarną o stałym boku równoległym do osi X o długości 0,25 mm i zmiennej długości boku równoległego do osi Y 0,25; 0,8 i 0,25 mm zaobserwowano prawie dwukrotną zmianę wartości parametru Sa. W przypadku powierzchni elementarnej o stałym boku równoległym do osi X o długości 0,8 mm i zmiennej długości boku równoległego do osi Y 0,25; 0,8 i 0,25 mm zaobserwowano zmianę wartości parametru Sa o ok. 20%. Przy zastosowaniu w kierunku osi X długości boku 2,5 mm zmiana wartości Sa mieści się w ok. 5%. Tak znaczne różnice wartości dla poszczególnych wielkości powierzchni elementarnej wynikają z jej ukształtowania. W kierunku osi X zmiana długości boku powoduje znaczące zmiany amplitudy powierzchni i jest to spowodowane efektywnością filtrowania składowych długofalowych. W kierunku osi Y zmiany długości nie mają tak spektakularnego wpływu na wielkość amplitudy. W przypadku zastosowania najdłuższego boku powierzchni elementarnej w kierunku osi X składowe długofalowe nie są efektywnie odseparowane i powoduje to zwiększenie wartości parametru Sa (sześciokrotnie, z 0,25 do 2,5 mm), dlatego stałe niewielkie zmiany spowodowane zmianami długości boku w kierunku Y odniesione do dużych zmian spowodowanych zmianami w kierunku osi X wykazują tak duże zmiany.

Zależność parametru Sq od wielkości zastosowanego filtra separującego składowe długofalowe jest bardzo zbieżna z zależnościami parametru Sa. Badania potwierdziły ściśle wprost proporcjonalną zależność zmiany efektywności filtracji składowych długofalowych od jego wielkości dla badanej powierzchni (rys. 2).

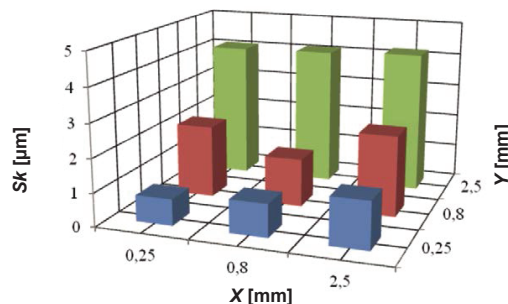
Najmniejsze wartości parametru zostały osiągnięte przy filtrze o rozmiarze 0,25 x 0,25 mm, kiedy to składowe długofalowe badanej powierzchni zostały najefektywniej odfiltrowane. Największe wartości zostały osiągnięte przy zastosowaniu filtra o rozmiarze 2,5 x 2,5 mm, kiedy do analizy wartości parametru Sq zostały włączone składowe długofalowe.

Na rys. 3 przedstawiono również parametr Sk (wysokość rdzenia) stosowany głównie przy analizie powierzchni, której główną funkcją jest wytrzymałość na obciążenia.

Analiza wysokości rdzenia Sk wskazuje na zachowanie zależności analogicznych jak dla parametrów Sa i Sz przy zastosowaniu filtracji przestrzennej prostokątem o bokach 0,25 x (0,25; 0,8; 2,5) mm oraz 2,5 x (0,25; 0,8; 2,5) mm.



Rys. 2. Wpływ wielkości oraz kształtu filtra separującego składową falistości na wartość parametrów Sq



Rys. 3. Wpływ wielkości oraz kształtu filtra separującego składową falistości na wartość wysokości rdzenia Sk dla analizowanej powierzchni

Podsumowanie

Wobec braku unormowań dotyczących rodzaju i wymiarów filtrów stosowanych przy analizie struktury geometrycznej powierzchni 3D w niniejszym opracowaniu przedstawiono rozważania na ten temat. Określono wpływ prostokątnego formatu filtra separującego falistość od chropowatości. Zmiana wymiarów i ułożenie prostokąta w stosunku do kierunkowości struktury powierzchni powoduje istotne zmiany wybranych wskaźników chropowatości. Zmiany te mogą sięgać od kilkunastu do kilkudziesięciu procent. Stąd wydaje się konieczne uwzględnienie przy określaniu metodyki pomiarów wymagań przeprowadzenia filtrowania. Szczególnie dotyczy to powierzchni, które mają wymiary o zmniejszonych możliwościach pomiarowych w poszczególnych osiach.

LITERATURA

1. Adamczak S. „Pomiary geometryczne powierzchni”. WNT Warszawa 2008.
2. Whitehouse D.J. „Handbook of Surface Metrology”. Institute of Physics. Bristol and Philadelphia 1994.
3. Chmielik I.P. „Parametryczna ocena struktury powierzchni po nagiataniu”. Praca doktorska, Częstochowa 2012.
4. Chmielik I., Tubielewicz K. „Pomiary parametrów struktury powierzchni po nagiataniu w ujęciu 2D i 3D. Postęp w metrologii współrzędnościowej”. Wyd. ATH w Bielsku Białej. S. Monografie Bielsko-Ustron 2010.
5. Oczko K., Liubimov V. „Rozważania nad istotnością parametrów struktury powierzchni w układzie 3D”. *Mechanik* 03/2010.
6. Wieczorowski M., Cellary A., Chajda J. „Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni czyli o chropowatości i nie tylko”. Wyd. M-druk Poznań.
7. Wieczorowski M. „Wykorzystanie analizy topograficznej pomiarach nierówności powierzchni”. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2009.
8. Pawlus P. „Topografia powierzchni pomiar, analiza, oddziaływanie”. Politechnika Rzeszowska 2005.
9. Chmielik I.P., Tomasik J., Czarniecki H. „Wpływ gęstości próbkowania na pomiarach chropowatości powierzchni metodą 3D na wartości wybranych parametrów”. *Mechanik* nr 4 2012, s. 324-327.
10. Wieczorowski M. „Metrologia nierówności powierzchni, metody i systemy”. Wyd. ZAPOL Szczecin 2013.