

## FILTRACJA I APROKSYMACJA W POMIARACH STRUKTURY GEOMETRYCZNEJ POWIERZCHNI

### FILTRATION AND APPROXIMATION IN GEOMETRIC STRUCTURE MEASUREMENTS

Przemysław PODULKA

#### Streszczenie

*W pracy przedstawiono wykonywane czynności do doboru odniesienia w pomiarach struktury geometrycznej powierzchni (SGP). Są to profile elementów stykowych. Badania mogą być robione dla różnych rodzajów powierzchni. Głównym założeniem pracy jest taka manipulacja danymi z pomiarów, aby można było jak najtrafniej odzwierciedlić SGP danego elementu. W wykonanych do tej pory badaniach, najlepszą aproksymacją okazują się zastosowanie filtru Gaussa. Do celów następnych należy wdrożenie funkcji Falkowych, dzięki nim jeszcze dokładniejsze wykrywanie i następnie usunięcie elementów nietypowych z badanej powierzchni. Dzięki coraz to nowszym sposobom filtracji i aproksymacji, można dokładniej określić właściwości danego elementu i dobrać różne rodzaje obróbki, które wpływają na zużywanie się odpowiednich części maszyn.*

#### Abstract

*The paper presents the task in the selection in the surface geometric structure (SGS) measurements. These are the profiles of the contact elements. Tests can be made for different types of surfaces. The main idea in this thesis is the measurement data manipulation. It helps in the most accurately reflection of the SGS. The performed studies till today, the best approximation has been shown by applying the Gaussian filter. For the purposes of the following is the implementation of wavelet functions, with are even more accurate in detection and subsequent removal of unusual items from the tested surfaces. With newer and newer ways of filtering and approximation, you can further define the characteristics of the item and choose different types of treatment that affect the wear of the any parts of machines.*

#### WSTĘP

Struktura geometryczna powierzchni (SGP) jest to zbiór wszystkich nierówności powierzchni rzeczywistej. Złożona jest z trzech składników: odchyłki kształtu, falistości i chropowatości powierzchni. Odchyłki kształtu są odchyłkami dużej skali, odchyłki falistości – średniej, a odchyłki chropowatości – małej skali. Niniejsza praca zawiera analizowanie odchyłek najmniejszej skali – odchyłek chropowatości.

Poprzez analizę przekrojów powierzchni (które są analizowane w ramach badań nad chropowatością), możliwym staje się odpowiedzenie na pytanie z zakresu zużycia elementów stykowych. Ma to zasadnicze znaczenie przy konstrukcji powierzchni elementów maszyn. Chropowatość ma bardzo duży wpływ na zużycie w układach tłok-pierścień-cylinder silników spalinowych.

#### BADANE PARAMETRY SGP

Do dokładniejszego określania SGP używa się bardzo wielu parametrów. Dodatkowo przy analizie powierzchni wybranego elementu mechanicznego, liczba ta może ulec bardzo dużemu zwiększeniu. Do parametrów mających główne znaczenie w niniejszej pracy zalicza

się:  $R_a$  – średnia arytmetyczna rzędnych profilu,  $R_q$  – średnia kwadratowa rzędnych profilu,  $R_t$  – całkowita wysokość profilu,  $R_{tm}$  – średnia arytmetyczna największej wysokości profilu wyznaczonej na kolejnych pięciu odcinkach elementarnych,  $R_z$  – największa wysokość profilu,  $R_p$  – wysokość najwyższego wzniesienia profilu,  $R_{sm}$  – średnia szerokość rowków profilu,  $S_{sc}$  – średnia arytmetyczna krzywizna szczytów,  $R_i$  ( $i=1,2,3\dots$ ) – funkcja autokorelacji profilu.

## **WYODRĘBNIENIE NAJWAŻNIEJSZYCH ELEMENTÓW BADANEJ POWIERZCHNI POPRZEC FILTRACJĘ I APROKSYMACJĘ**

Wydawałoby się, iż najprostszą metodą charakteryzacji profilu nierówności jest wyodrębnienie parametru wysokościowego i wzdłużnego. Liczbę parametrów podanych przy pomiarach, badaniu i aproksymacji, powinna być ograniczona. Z punktu widzenia eksploatacji, najważniejsza jest specyfikacja wartości parametrów wysokościowych. Dodatkowo w pomiarach profili nierówności bardzo istotnym jest dobór odcinka elementarnego.

Parametry pionowe ( $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_c$ ,  $R_z$ ,  $R_p$ ,  $R_v$ ), były pierwszymi parametrami branymi pod uwagę. Jednak było to powiązane ze starszymi metodami optycznymi pomiaru powierzchni. Parametry poziome, pomimo rzadszego stosowania w kontroli technicznej, zaczęły odrywać coraz to ważniejszą rolę.

Poprzez aproksymację parametrów niektóre z rowków ulegają zmianie. Ich głębokość i kształt nie są rzeczywiste, jednak poprzez filtrację i kolejne coraz to nowsze metody aproksymujące, otrzymuje się coraz bardziej zbliżone do prawdziwej SGP wyniki.

## **WNIOSEK**

Przedstawiony temat pracy nad dobozem odniesienia w pomiarach SGP ma na celu, bez wykonywania niekiedy skomplikowanych i długotrwałych, często także i kosztownych badań, uzyskać profil badanego elementu. Dzięki stosowaniu różnego rodzaju filtracji, możliwe jest porównanie otrzymywanych wyników. Poszukiwanie najlepszej aproksymacji struktury profilu ciągle trwa. Najlepsze wyniki oraz najbliższą prawdzie aproksymację daje w chwili obecnej filtr Gaussa.

Uzyskane wyniki są dobre, jednak już dzisiaj pracuje się nad zastosowaniem funkcji Falkowych. Jak się okazuje od matematycznego punktu widzenia, bliskim całkowitej prawdy jest zastosowanie falek drugiego rzędu. Falki o rzędzie wyższym powodują nadmierne przekształcenie się wyników symulacji, a w dodatku wymagają wykonywania przez system większej ilości obliczeń.

## LITERATURA

- ADAMCZAK S., *Pomiary geometryczne powierzchni*, WNT, Warszawa 2008;
- HASIEWICZ Z., ŚLIWIŃSKI P., *Falki ortogonalne o zwartym nośniku*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2005;
- LAWROWSKI Z., *Tribologia. Tarcie zużywanie i smarowanie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008;
- MORGAN F., *Geometric measure theory*, Academic Press In., San Diego 1995;
- NOWICKI B., *Struktura geometryczna. Chropowatość i falistość powierzchni*, WNT, Warszawa 1991;
- PAWLUS P., *Topografia powierzchni, pomiar, analiza oddziaływanie*, Oficyna Wydawnicza PRz, Rzeszów 2005;
- PAWLUS P., Blunt L., Rosen B.-G., Thomas T., Wieczorkowski W., Zahouani H., *Metrology and properties of engineering surfaces*, Rzeszow University of Technology, Rzeszów 2009;
- WANG A.L., YANG C.X., YUAN X.G., *Evaluation of the wavelet transform method for machined surface topography 2: fractal characteristic analysis*, Tribology International 36 (2003);
- XIAO S.J., JIANG X.O., BLUNT L., SCOTT P.J., *Comparison study of the biorthogonal spline wavelet filtering for areal rough surface*, International Journal of Machine Tools & Manufacture 41 (2001);