

STRESZCZENIE

Opracowanie koncepcji badań porównawczych przyrządów do oceny chropowatości powierzchni w aspekcie niepewności pomiaru

mgr inż. Jacek Świdorski

W oparciu o analizę wyników przeprowadzonych dotychczas międzynarodowych badań porównawczych w dziedzinie pomiarów struktury geometrycznej powierzchni stwierdzono występowanie znaczących różnic w uzyskiwanych wynikach pomiarów pomimo realizowania ich przez Krajowe Instytucje Metrologiczne. Poprawa wiarygodności tego typu pomiarów stała się jednym z motywów zainteresowania się tą tematyką i realizacji pracy badawczej.

Głównym celem pracy było opracowanie koncepcji badań porównawczych przyrządów stykowych z ostrzem odwzorowującym przeznaczonych do pomiarów struktury geometrycznej powierzchni zapewniającej najmniejszą możliwą do osiągnięcia niepewność definicyjną.

Dla tak postawionego celu głównego, zrealizowano cele szczegółowe obejmujące:

- identyfikację potencjalnych źródeł błędów występujących podczas pomiarów struktury geometrycznej powierzchni za pomocą przyrządów stykowych
- opracowanie zasad dobrej praktyki dla pomiarów chropowatości powierzchni na wszystkich etapach procesu pomiarowego
- przygotowanie koncepcji sporządzania budżetu niepewności pomiaru parametrów profilu metodą zgodną Przewodnikiem – Wyrażanie niepewności pomiaru GUM,
- opracowanie idei zastosowania metody Monte Carlo do szacowania niepewności pomiaru parametrów profilu,
- przygotowanie koncepcji opracowania wyników pomiarów uzyskanych w trakcie badań porównawczych umożliwiającą ich wnikliwą analizę.

W rozdziale pierwszym zostały zawarte najważniejsze informacje dotyczące historii pomiarów struktury geometrycznej powierzchni oraz zachodzących zmian paradygmatu tej dziedziny metrologii. Zaprezentowano wybrane obszary zastosowań pomiarów nierówności powierzchni na przykładach wyników badań przeprowadzonych przez autora. Przedstawiono aktualną klasyfikację metod pomiaru struktury geometrycznej powierzchni wraz ze szczegółowym opisem metod wykorzystywanych podczas realizacji pracy. Omówiono parametryczną ocenę struktury geometrycznej powierzchni w odniesieniu do analizy dwu oraz trójwymiarowej. Zaprezentowano na podstawie aktualnych dokumentów normalizacyjnych rodzaje wzorców materialnych wykorzystywanych w procesach wzorcowania i sprawdzania przyrządów do pomiarów topografii powierzchni oraz wzorców programowanych służących do walidacji oprogramowania wykorzystywanego do analizy wyników pomiarów.

W rozdziale drugim przedstawiono przegląd literatury związany z zachowaniem spójności pomiarowej w przypadku pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. Skupiono się na omówieniu poszczególnych ogniw łańcucha spójności pomiarowej ze szczególnym uwzględnieniem metod szacowania niepewności pomiaru. Dokonano przeglądu literatury pod kątem potencjalnych źródeł błędów związanych ze stykowymi pomiarami struktury geometrycznej powierzchni.

W rozdziale trzecim zawarto postawione cele pracy, sformułowano w nim tezę oraz sposób realizacji pracy mający na celu udowodnienie postawionej tezy. Przedstawiono charakterystyki metrologiczne profilometrów stykowych przewidzianych do badań porównawczych oraz opisy dodatkowych przyrządów niezbędnych do realizacji pracy.

W rozdziale czwartym przedstawiono wyniki badań mających na celu identyfikację potencjalnych źródeł błędów występujących podczas pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. Analiza wyników tych badań miała na celu ustalenie, które z nich mają decydujące znaczenie na wiarygodność otrzymywanych wyników oraz na które należy zwrócić szczególną uwagę przy opracowaniu koncepcji badań porównawczych przyrządów. Przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu na wyniki pomiarów takich czynników jak: geometria, nacisk i prędkość przesuwu ostrza odwzorowującego, kwantyzacja sygnału analogowego, odstęp próbkowania poziomego, szum pomiarowy, przedmiot pomiaru oraz oprogramowanie do wyznaczania parametrów. Do analizy otrzymanych wyników badań została wykorzystana między innymi analiza MSA oraz dwuczynnikowa analiza wariancji ANOVA.

Na szczególną uwagę zasługują przeprowadzone badania związane z wpływem cyklicznych zmian temperatury na długotrwałe pomiary stereometrii powierzchni.

W rozdziale piątym przedstawiono koncepcję badań porównawczych przygotowaną z uwzględnieniem wniosków wynikających z przeprowadzonych badań pod kątem minimalizacji wpływu niepewności definicyjnej na uzyskiwane wyniki pomiarów przez poszczególne przyrządy stykowe. Zostały przedstawione zasady dobrej praktyki pomiarowej w zakresie przygotowania przyrządu pomiarowego do przeprowadzenia pomiarów. Zaprezentowano wzorce oraz próbki po różnych rodzajach obróbki, które zostały wytypowane do badań porównawczych. Opracowano ogólne wymagania przeprowadzania pomiarów mające zapewnić, że pomiary wykonywane przez poszczególnych wykonawców będą przeprowadzane w porównywalnych warunkach. Przedstawiono szczegółowe karty pomiarowe opracowane dla każdego wzorca lub próbki zawierające wszystkie niezbędne informacje dla przeprowadzającego pomiar, dotyczące parametrów jego przeprowadzenia oraz algorytmu postępowania przy wyznaczaniu parametrów struktury geometrycznej powierzchni. W dalszej części przedstawiono koncepcję szacowania niepewności wyznaczania parametrów profilu w oparciu o metodą zgodną Przewodnikiem – Wyrażanie niepewności pomiaru GUM oraz z zastosowaniem metody Monte Carlo. Ostatnim elementem była koncepcja analizy wyników pomiarów porównawczych z wykorzystaniem metody iteracyjnej zaimplementowanej w arkuszu kalkulacyjnym wraz z graficzną prezentacją otrzymanych wyników.

W rozdziale szóstym przedstawiono zebrane wnioski dotyczące przeprowadzonych badań. Zostały zaprezentowane również potencjalne kierunki dalszych badań.