Paweł Zalewski

Okręgowy Urząd Miar w Łodzi

WYZNACZANIE PŁASKOŚCI PŁYT POMIAROWYCH ORAZ PROSTOLINIOWOŚCI LINIAŁÓW RÓŻNYMI METODAMI

W pracy omówiono metody wyznaczania płaskości płyt pomiarowych oraz prostoliniowości liniałów, zapewnienie spójności pomiarowej poprzez odniesienie do wzorców państwowych, oraz składniki niepewności pomiaru i ich wpływ na określenie klasy przyrządu.

DIFFERENT METHODS OF DESIGNATION OF PLATITUDE OF MEASUREMENT PLATES AS WELL AS RECTILINEARITY OF RULERS

Methods of designation of platitude of measurement plates as rectilinearity of rules, assurance of measurement traceability with reference to the national standards, and components of measurement uncertainty and their influence on the qualification of the instrument class have been discussed in the paper.

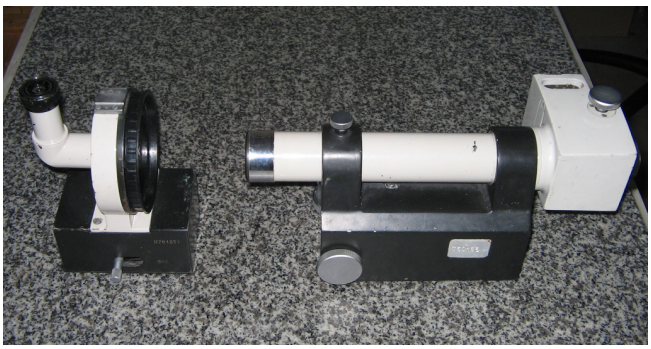
1. WSTĘP

Powierzchnie, a także linie części maszyn i urządzeń projektowane są jako twory geometrycznie idealne , to znaczy, że w założeniach płaszczyzny są idealnie płaskie, linie idealnie proste, a okręgi nie posiadają odchyłek okrągłości oraz istnieje idealna równoległość i prostopadłość. Takie idealne kształty nazywane są geometrycznie poprawnymi i stanowią bazy będące odniesieniami do określenia odchyłek kształtu i położenia. Na skutek niedoskonałości obrabiarek oraz szeregu zjawisk fizycznych które występują w procesie wytwarzania rzeczywiste powierzchnie i linie wykonywane są z pewnymi odchyłkami w stosunku do kształtów geometrycznie poprawnych. Pomijając chropowatość, odchyłki te nazywane są błędami kształtu i położenia. Odchyłka kształtu (prostoliniowość, płaskość, okrągłość, walcowość) jest to największa odległość powierzchni lub linii rzeczywistej od powierzchni lub linii przylegającej – jest to największa odległość punktów elementu rzeczywistego od elementu przylegającego. Z konstrukcyjnego punktu widzenia element przylegający jest odpowiednikiem części współpracującej.
W niniejszym opracowaniu omówione zostaną dwa zagadnienia:

1) Pomiar prostoliniowości liniałów
2) Pomiar płaskości płyt pomiarowych

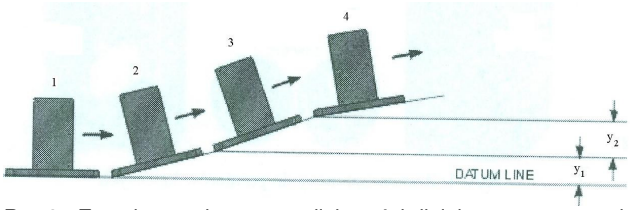
2. POMIAR PROSTOLINIOWOŚCI LINIAŁÓW PRZY POMOCY AUTOKOLIMATORA AK1 ORAZ DWUPOZIOMNICOWEGO SYSTEMU ELEKTRONICZNEGO „Talywel 5".

Autokolimator AK1 jest przyrządem optycznym zawierającym układ odwracający bieg wiązki światła z jednoczesnym jej zogniskowaniem. Składa się z kolimatora i zwierciadła płaskiego. Autokolimator służy do pomiaru bezpośredniego małych przemieszczeń kątowych (zakres pomiarowy 12', działka elementarna 1").



Rys.1. Autokolimator AK1

Pomiar prostoliniowości liniału powierzchniowego przy pomocy autokolimatora AK1 przeprowadzamy w następujący sposób. Należy ustawić liniał powierzchniowy o stałym przekroju i długości L na jednorodnej powierzchni, wspierając go na dwóch podporach o takim samym wymiarze. Podpory powinny być ustawione w odległości *a=0,2232L* od krańców liniału. Na jednym z krańców liniału umieszczamy kolimator, na przeciwnym zaś zwierciadło płaskie. Następnie przesuwamy wzdłuż liniału zwierciadło o ustalony stały krok równy odległości podpór podstawy zwierciadła (np. 100mm). Zasadę pomiaru prostoliniowości liniału poprzez pomiar kątów przedstawia (rys.2.)



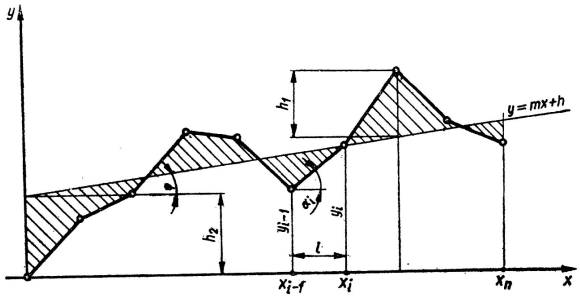
Rys.2. Zasada pomiaru prostoliniowości liniału poprzez pomiar kątów.

Jeśli znany jest rozstaw podpór podstawy zwierciadła i jeśli podczas pomiarów kolejne położenia zwierciadła zajmują takie położenia, że podpora lewa jest dokładnie w tym samym miejscu co podpora prawa w poprzednim położeniu to odchyłkę w danym punkcie możemy obliczyć z równania:

$$y_i = y_{i-1} + l\sin\alpha$$

gdzie:
y_i, y_{i-1}- współrzędne poszczególnych punktów pomiarowych,
l- długość odcinka pomiarowego równa odległości podpór zwierciadła,
α -kąt nachylenia odcinka pomiarowego, stopnie.

Znając wartości y_i należy sporządzić wykres błędów prostoliniowości. (Rys.3.)



Rys.3. Przykład wykresu błędów prostoliniowości.

Następnie należy wyznaczyć położenie prostej odniesienia. Znając położenie prostej odniesienia, maksymalny błąd płaskości wyznacza się ze wzoru:

$$\Delta_p = (h_1+h_2)\cos\varphi$$

w którym:
h_1, h_2- największe odchylenia wykresu błędów płaskości od prostej odniesienia po obu jej stronach,
φ - kąt nachylenia prostej odniesienia.

Elektroniczny system dwupoziomnicowy „Talywel 5" produkcji TAYLOR HOBSON przedstawiony na rys. 4 jest poziomnicą elektroniczną działającą na zasadzie wahadła i systemu elektronicznego odczytującego jego położenie. Jest to zestaw dwóch poziomnic pracujących w układzie różnicowym gdzie jedna poziomnica jest nieruchoma, druga zaś przesuwana jest po badanej powierzchni wzdłuż przyjętych linii. Zakres pomiarowy wynosi ±3 mm/m, działka elementarna wynosi 0,001 mm/m.



Rys.4. Elektroniczny system dwupoziomnicowy .

Pomiar prostoliniowości liniału powierzchniowego przy pomocy elektronicznego systemu dwupoziomnicowego TAYLORA HOBSONA wykonujemy w sposób zbliżony do pomiarów autokolimatorem AK1. Różnica polega na zastąpieniu zwierciadła autokolimatora przez ruchomą poziomnicę. Drugą z poziomnic traktujemy zaś jako poziomnicę stałą którą umieszczamy na jednorodnej powierzchni na której wsparty jest badany liniał.

Im niższe wartości błędów tym do niższej klasy dokładności można zaliczyć liniał powierzchniowy. Wartości dopuszczalne dla danej klasy określa norma PN-74/M-53180. Odchyłkę prostoliniowości podaje się na świadectwie wzorcowania wraz z niepewnością pomiaru. Niepewność złożona pomiaru zawiera takie składowe jak:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} u_i^2}$$

gdzie:

u_1- niepewność standardowa związana z pomiarem różnicy wysokości między poszczególnymi punktami pomiarowymi na liniale, w skład której wchodzi niepewność standardowa wyznaczenia długości bazy pomiarowej i niepewność standardowa wymiaru kąta pochylenia zarysu (związana z rozdzielczością przyrządu pomiarowego, błędami wskazań i niepewnością ich wyznaczenia),

u_2- niepewność standardowa związana z odtwarzalnością wyznaczenia odchylenia od prostoliniowości (w zależności od ustawienia przyrządu pomiarowego oraz mostka pomiarowego względem liniału),

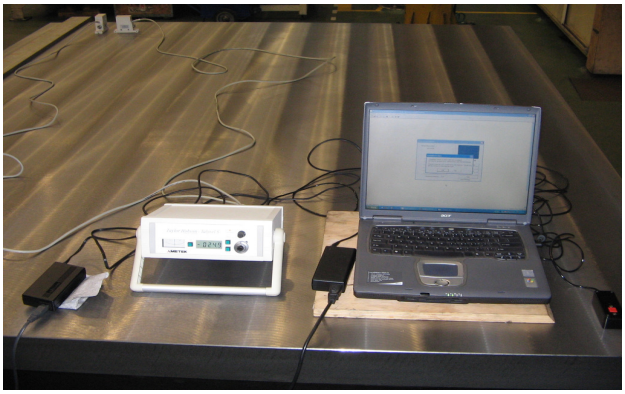
u_3- niepewność standardowa związana z odchyleniem od płaskości powierzchni pomiarowej zwierciadła (składowa ta występuje przy pomiarach auto-kolimatorem),

u_4- niepewność standardowa związana z liczbą kroków pomiarowych,

u_5- niepewność standardowa związana z pozostałymi wpływami: ugięcie liniału spowodowane naciskiem mostka pomiarowego, ugięcie liniału spowodowane własnym ciężarem, zmiana ugięcia liniału wskutek nieprecyzyjnego podparcia liniału w punktach a= 0,2232L, błąd software'u.

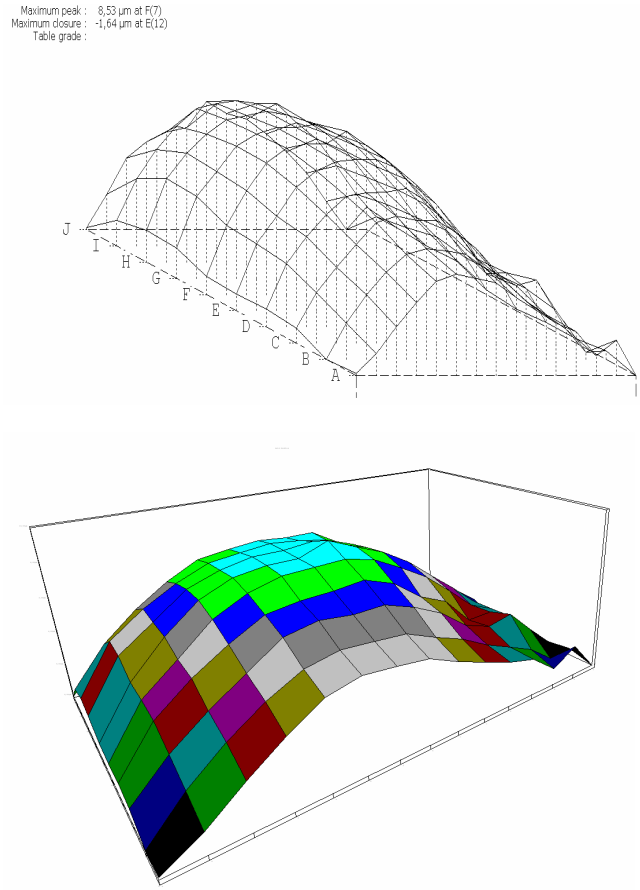
3. POMIAR PŁASKOŚCI PŁYT POMIAROWYCH PRZY POMOCY AUTOKOLIMATORA AK1 ORAZ DWUPOZIOMNICOWEGO SYSTEMU ELEKTRONICZNEGO „Talywel 5".

Pomiar płaskości płyt przy pomocy elektronicznego systemu dwupoziomnicowego Taylora Hobsona przedstawionego na rys. 5 wykonywane są metodą „siatki". W metodzie tej pomiar wykonywany jest wzdłuż linii równoległych do tworzących powierzchni pomiarowej płyty. Jedna z dwóch poziomnic jest nieruchoma, drugą zaś przesuwamy o przyjęty przedział równy odległości stóp podparcia poziomnicy. Czym mniejsze owe przedziały tym dokładniejsze wyznaczenie płaskości powierzchni badanej.



Rys.5. Pomiar płaskości płyty.

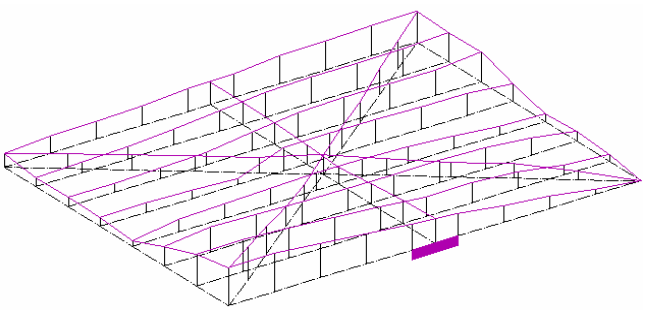
Dzięki bezpośredniej transmisji danych z układu pomiarowego do komputera przenośnego wyniki pomiarów są znane bezpośrednio po ich zakończeniu. Obraz płaskości płyty pomiarowej, wartość maksymalnej odchyłki oraz niedomknięcia przedstawia rys. 6.



Rys.6. Obraz płaskości płyty pomiarowej wraz z podaniem wartości maksymalnej odchyłki płaskości oraz niedomknięcia.

Potwierdzenie klasy dokładności płyty dokonywane jest zgodnie z normą PN-ISO 8512-1 dla płyt żeliwnych, lub PN-ISO 8512-2 dla płyt pomiarowych granitowych.

Pomiary płaskości przy pomocy autokolimatora AK1 są wykonywane wzdłuż linii siatki przedstawionych na rys. 7 po określonym przedziale odległościowym od poprzedniego ustawienia. Czym mniejsze owe przedziały tym dokładniejsze będzie wyznaczenie płaskości powierzchni badanej.



Rys.7. Obraz płaskości płyty

4. Literatura

[1] Dr inż. Wojciech Ptaszyński „Pomiary prostoliniowości laserowym systemem ML-10", Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Mechanicznej. Poznań 2005.
[2] Ryszard Wit „Pracownia Metrologiczna" WSiP 1974.
[3] Aleksander Tomaszewki „Podstawy Nowoczesnej Metrologii" Wydawnictwa Naukowo- Techniczne Warszawa 1975.
[4] S. Adamczak: „Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistości i chropowatości". Warszawa WNT 2008.
[5] W. Jakubiec, J. Malinowski: „Metrologia wielkości geometrycznych". Warszawa, WNT 2004.
[6] S. Białas „Metrologia techniczna z podstawami tolerowania wielkości geometrycznych dla mechaników", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006.
[7] J. Malinowski „Pomiary długości i kąta w budowie maszyn" WSiP Warszawa 1998.
[8] M. Domański „Metrologia techniczna", Wydawnictwo SGGW Warszawa 2001.