

CZY POŁYSKOMIERZE ZAPEWNIĄJĄ DOKŁADNE WYNIKI?

DWIE INTERPRETACJE WZORCA.

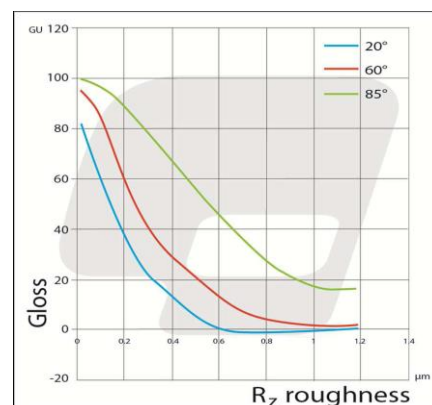
Połysk, obok barwy, jest jedną z tych cech powłoki, na którą zwracamy uwagę w pierwszej kolejności. Jako cecha wizualna stanowi o pierwszym wrażeniu i pierwszej ocenie obserwatora w zetknięciu z ocenianym detalem.

Połysk zwierciadlany zgodnie z definicją normy PN-EN ISO 2813 jest to „stosunek strumieni świetlnych odbitych zwierciadlanie od próbki i powierzchni szklanej o współczynniku załamania światła 1,567, w określonym kacie rozwarcia szczeliny obrazu źródła światła i odbiornika (pkt. 3.1 normy). Połysk jako cecha wizualna był oceniany przez ludzi zawsze, jednakże w produkcji przemysłowej trudno opierać się na subiektywnej ocenie obserwatora oraz jego indywidualnych predyspozycjach jako na powszechnym standardzie kontroli jakości. W związku z tym pracowano nad urządzeniem do zunifikowanego pomiaru połysku, a podstawą do tego były XIX-wieczne odkrycia Augustina Fresnela. Połyskomierze na skalę przemysłową stały się popularne w latach 70. XX w. Wielu producentów zaczęło produkować tego typu urządzenia, udoskonalając ich jakość i parametry techniczne. Wartość wyników mierzonych przez połyskomierz zależna jest od jakości pomiarowej przyrządu oraz od jakości i dokładności wzorca kalibracyjnego stanowiącego integralną część urządzenia. Dokładność wzorca kalibracyjnego determinuje dokładność każdego pomiaru wykonywanego tym przyrządem. Współcześnie na rynku jest dostępnych wiele połyskomierzy różnych producentów. Zadziwiające jednak jest to, że żaden z nich (nawet ci najbardziej renomowani) nie podają w specyfikacji technicznej parametru dokładności urządzenia. Zamiast tego producenci posługują się pojęciami powtarzalności (repeatability) i odtwarzalności (reproducibility) oznaczanymi często jako metoda R&R. Powtarzalność to stopień zgodności wyników kolejnych pomiarów tej samej próbki tym samym przyrządem w dokładnie tych samych warunkach pomiarowych. Odtwarzalność natomiast to stopień zgodności wyników pomiarów tej samej próbki w zmienionych warunkach pomiarowych. Jakkolwiek parametry R&R są w stanie określić jakość metrologiczną urządzenia, to żaden z nich nie daje jednak informacji o dokładności urządzenia, czyli stopniu zgodności wyników pomiarów tej samej próbki z wartością rzeczywistą parametru mierzonego. Wynika to z faktu, że dokładność odnosi się do wartości rzeczywistej, obiektywnej i jednoznacznie określonej.

Dwa wzorce – dwie interpretacje

Niestety, z wartością obiektywną i jednoznaczną w przypadku połysku nie jest tak łatwo. Abyśmy mogli mówić o wartościach rzeczywistych, musiałby istnieć zdefiniowany wzorzec jednostki połysku powszechnie przyjęty, jako obowiązująca jednostka. Taki wzorzec nie istnieje. Na przykład podczas pomiarów grubości powłok lakierniczych wykorzystujemy różne przyrządy o różnej klasie i dokładności,

ale wszystkie one posługują się powszechnie obowiązującą jednostką jaką jest metr, a właściwie jego milionowa część, czyli mikrometr. W związku z tym możemy sprawdzać urządzenia na wzorcach o znanej grubości i weryfikować ich dokładność. W przypadku połyskomierzy nie możemy tego zrobić. Połysk w normie zdefiniowany jest na dwóch wartościach: wzorcu zerowym (teoretycznie nieodbijającym światła pomiarowego) oraz na wzorcu połysku o wartości 100 (dla czarnego wypolerowanego szkła o współczynniku załamania światła 1,567). Wartość tego parametru w przypadku różnych kątów padania światła i różnych współczynników załamania światła można zmieniać w oparciu o równanie Fresnela, co podaje tablica 2 normy PN-EN ISO 2813. Gdyby istniał jeden obowiązujący pierwotny standard połysku, to mógłby on być wyjściem dla spójności pomiarowej wszystkich innych urządzeń i wzorców. Niestety, taki standard nie istnieje. W obecnie obowiązującej praktyce spójność pomiarową wywodzi się od dwóch wzorców o różnych właściwościach optycznych: jeden w NIST, USA a drugi w BAM, Niemcy. Temat komplikuje fakt, że od 15 lat nie było wzajemnego porównania czy sprawdzenia wzorców przez te dwa wiodące laboratoria. Ponadto NIST odnosi się do normy ASTM D523, w której długość fali świetlnej określona jest na 589,3 nm, linia spektralna jest typu D1 (Na), współczynnik załamania światła 1,567, a wykończenie powierzchni zdefiniowane jako „mocno wypolerowane”. BAM natomiast odnosi się do normy ISO 2813, w której długość fali świetlnej określona jest na 587,6 nm, współczynnik załamania 1,567, linia spektralna typu d (He), a wykończenie powierzchni „wypolerowane na wysoki połysk”. W szczególności parametr wykończenia powierzchni jest mocno dyskusyjny. Rysunek obok przedstawia zależność między połyskiem a chropowatością dla tej samej czarnej próbki kalibracyjnej.



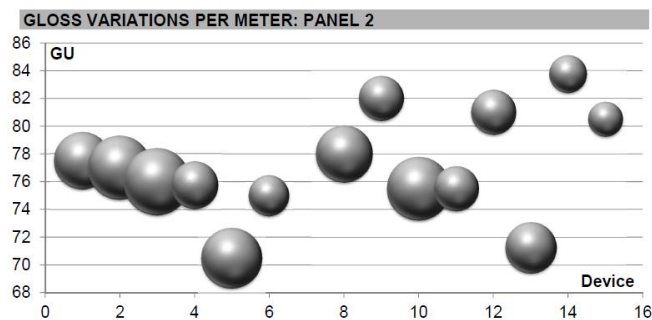
Skutkiem wywodzenia spójności pomiarowej od dwóch różnych wzorców niezdefiniowanych w sposób identyczny jest to, że wszystkie dalsze wzorce i urządzenia opierające się nich powielają i zwielokrotniają ich błędy. W efekcie pomiar jednego elementu testowego różnymi urządzeniami o porównywalnej klasie pomiarowej może dać zupełnie różne wyniki. Tabela 1. ilustruje wyniki pomiaru czterech wzorców połysku w trzech różnych, renomowanych instytutach pomiarowych, czyli placówkach cieszących się bardzo wysokim stopniem zaufania odnośnie procedur metrologicznych. W skrajnym przypadku (płytki nr 4) różnica dla wyników przy kącie pomiarowym 20° wyniosła aż 26 jednostek (GU), co dla większości kontrolerów jakości byłoby wartością dyskwalifikującą. A przecież była to dokładnie ta sama płytka wzorcowa o zawsze tej samej wartości rzeczywistej.

Tabela 1. Wyniki pomiarów wzorców połysku w trzech instytutach pomiarowych

Płytki nr	kąt pomiaru 20°			kąt pomiaru 60°		
	Instytut A	Instytut B	Instytut C	Instytut A	Instytut B	Instytut C
1	90,8	92,7	92,7	95,1	95,8	95,4
2	82,0	83,0	82,7	88,0	89,0	94,0
3	75,0	75,9	76,8	74,0	72,8	89,5
4	64,0	78,1	52,1	86,0	86,0	87,0

Jeszcze bardziej interesująco przedstawiają się wyniki testu przeprowadzone na przyrządach pomiarowych jednego z renomowanych producentów połyskomierzy (rys. 2.). Do testu wybrano 15 sztuk fabrycznie nowych identycznych modeli połyskomierzy, dla których producent określił odtwarzalność pomiaru na poziomie kilku dziesiątych GU. Im większa kula na wykresie, tym większy rozrzut wyników dla danego egzemplarza. Pozycja kuli odpowiada wartości średniej zmierzonej danym egzemplarzem. Na wykresie występuje tylko 14 urządzeń, ponieważ wyniki urządzenia nr 7 zostały odrzucone jako całkowicie błędne .

Rys.2 Różnice wartości połysku próbki pomierzonej przy pomocy 15 egzemplarzy tego samego modelu połyskomierza



Różnice w pomierzonych wartościach tego samego wzorca połysku wyniosły nawet 14 GU (od 70 do 84 GU). Tak duże różnice w uzyskanych wynikach pomiarów dokonanych urządzeniami wysokiej klasy można najprawdopodobniej tłumaczyć różnicami w wartościach połysku płytek kalibracyjnych, od pomiaru których rozpoczyna się proces mierzenia połysku.

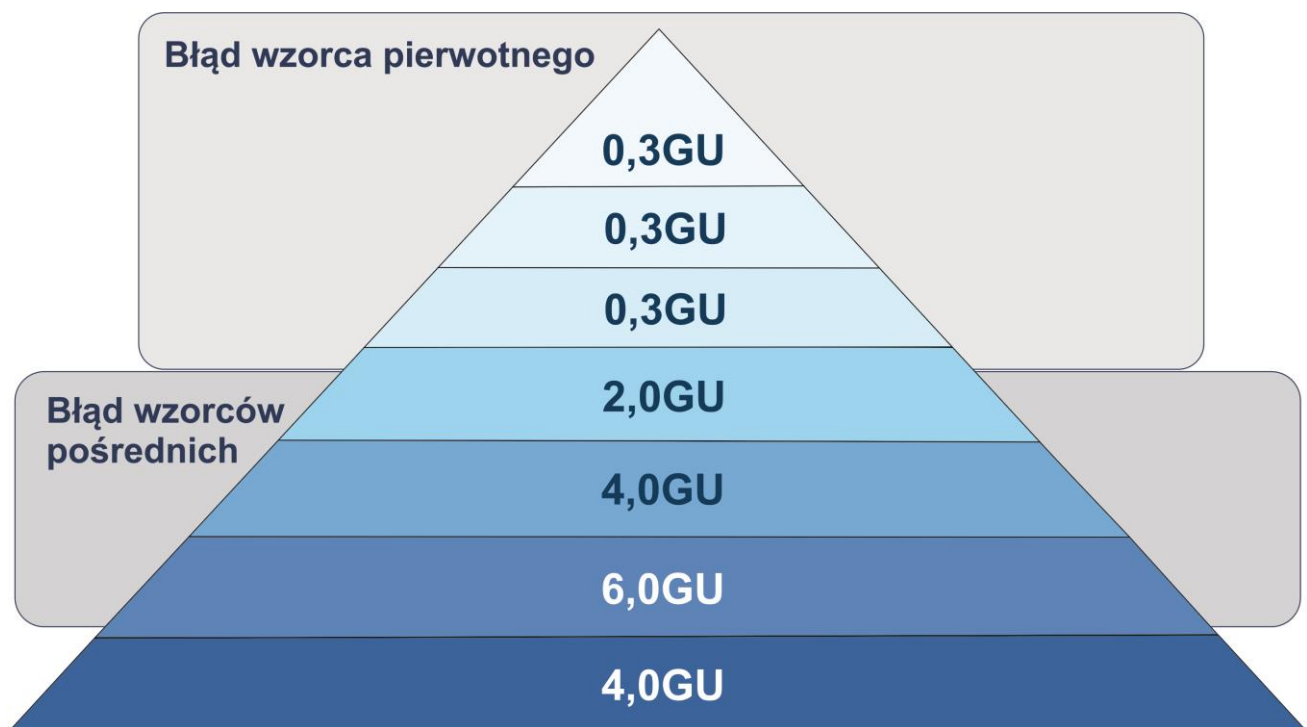
Powyższe przykłady pokazują, że nawet jeśli dwa przyrządy pokazują odmienne wyniki, nie musi to oznaczać, że jeden z nich mierzy błędnie lub nie zachowuje parametrów przewidzianych przez producenta. W drugiej części artykułu, w kolejnym numerze czasopisma, omówimy praktyczne aspekty tej sytuacji oraz spróbujemy znaleźć sposób, który pomoże nam dokonywać kontroli jakości połysku przy zachowaniu dużego stopnia zaufania do uzyskanego wyniku.

Czy połyskomierze zapewniają dokładne wyniki?

W pierwszej części artykułu opisaliśmy sytuację, jaka obecnie występuje na rynku przyrządów do pomiaru połyску. Ponieważ nie istnieje uniwersalny, powszechnie obowiązujący wszystkich wzorców połyску, producenci wyprowadzają proces kalibracyjny swoich urządzeń z różnych wzorców, co finalnie może skutkować odmiennymi wskazaniami nawet takich samych przyrządów jednego producenta.

W rzeczywistości wiele certyfikowanych wzorców kalibracyjnych połyску jest mierzonych przy pomocy urządzeń posiadających własne wzorce kalibracyjne o określonej dokładności. Można by przyjąć, że skoro wzorce uznawane za wzorce pierwotne (NIST, BAM) charakteryzują się dokładnością na poziomie ok. $\pm 1,0 \text{ GU @ } 100 \text{ GU}$, to zgodnie z zasadami metrologii dokładność przyrządu sprawdzającego powinna być o rząd wielkości lepsza niż dokładność przyrządu sprawdzanego. Można by również przyjąć, że dokładność urządzeń wywodzących swoją spójność od wzorców uważanych za pierwotne powinna być na poziomie $\pm 10 \text{ GU @ } 100 \text{ GU}$. Nawet jeśli założyć znacznie większą dokładność 'ścieżki' certyfikacji poszczególnych wzorców pośrednich, to i tak wydaje się, że dokładność urządzeń końcowych nie będzie większa niż kilka jednostek GU. Proces taki przedstawia rys. 3.

Rys. 3 proces spójności pomiarowej wzorców połyску



Metody pomiaru i ich ograniczenia

W związku z powyższym wydaje się, że aby jednoznacznie rozwiązać problem dokładności w procesie pomiaru połysku, należałoby przyjąć jeden wspólnie obowiązujący wzorzec połysku (np. oparty na kwarcu) i zdefiniowany więcej niż dwoma parametrami.

Ponadto należałoby dla przyrządów przyjąć normatywne wartości powtarzalności i odtwarzalności zapewniające uzyskiwanie akceptowalnych różnic w wynikach pomiarów dokonanych na tej samej próbce przy użyciu różnych urządzeń. Najprawdopodobniej zostanie to zdefiniowane w nowej wersji normy ISO 2813, a dyskutowane propozycje dotyczą następujących poziomów:

kąt pomiaru	powtarzalność (r)	odtwarzalność (R)
20°	3 GU	4 GU
60°	2 GU	3 GU
85°	1 GU	2 GU

Przedstawione aspekty wyraźnie pokazują, że w obecnej sytuacji mogą występować znaczne trudności w spójnym pomiarze połysku wykonywanym różnymi przyrządami. Często dochodzi bowiem do sytuacji, w których zleceniodawca i wykonawca uzyskują inną wartość połysku danej próbki i spierają się o to, czy jest ona zgodna z pierwotnymi ustaleniami. Istota problemu zawiera się natomiast w tym, że mając tę samą próbkę mierzą ją innymi przyrządami i uzyskują odmienne wyniki. Uniknięcie takich sytuacji byłoby możliwe jedynie wówczas, gdyby wartość połysku była mierzona w powiązaniu z konkretnym urządzeniem lub wzorcem kalibracyjnym. W związku z tym najlepszym rozwiązaniem wydaje się być dokonywanie pomiaru połysku tym samym urządzeniem przez odbiorcę i wykonawcę produktów lub posługiwanie się tym samym wzorcem przy kalibracji posiadanych przyrządów. Ponieważ jednak takie wymagania mogą być trudne do zrealizowania, a często nawet niemożliwe, wydaje się, że wspólne określenie przez wykonawcę i odbiorcę wartości oczekiwanych (np. 80 GU połyskomierzem odbiorcy = 85 GU połyskomierzem wykonawcy) pozwoliłoby na wyeliminowanie niejasności. Trudne do zinterpretowania wyniki pojawiają się w sytuacjach, w których podczas pomiaru jednej powłoki, przyrządy odbiorcy i wykonawcy wskazują odmienne dane przy zachowaniu powtarzalności i odtwarzalności przewidzianej dla każdego z tych urządzeń. Podejście oferuje każdej ze stron uzasadnione przekonanie, że uzyskana wartość połysku jest zgodna z zawartymi ustaleniami. Co więcej, zalecane jest stosowanie połyskomierzy, w których można indywidualnie ustawiać wartości kalibracyjne. W takim przypadku dowolna próbka może być wzorcem kalibracyjnym dla kilku urządzeń i ich pomiary powinny być całkowicie spójne, uzależnione jedynie od powtarzalności i odtwarzalności urządzenia.

Z przytoczonych powyżej argumentów wynika, że pomiar połysku nie jest prostym zadaniem, a jeszcze więcej trudności sprawia prawidłowa interpretacja wyników. Świadomość ograniczeń urządzeń, sposobu ich kalibracji oraz zależności fizycznych występujących w procesie pomiarowym pozwoliłaby użytkownikom zarówno udoskonalić procesy kontroli tego parametru, jak i uniknąć problematycznych i czasochłonnych sporów dotyczących interpretacji uzyskanych wyników.

Źródło: Materiały własne oraz artykuł „The apotheosis of Gloss” autorstwa Nico Frankhuizen.