Zgoda czy niezgoda, oto jest pytanie…

Dobre sztuki teatralne oparte są zarówno na dialogach jak i monologach. Ale podobną kombinację można też zauważyć w przemysłowej kolorymetrii – monolog to porównywanie barw za pomocą jednego urządzenia, natomiast dialog to porównywanie wyników z kilku urządzeń, często różniących się konstrukcją jak spektrofotometry przenośne i stacjonarne.

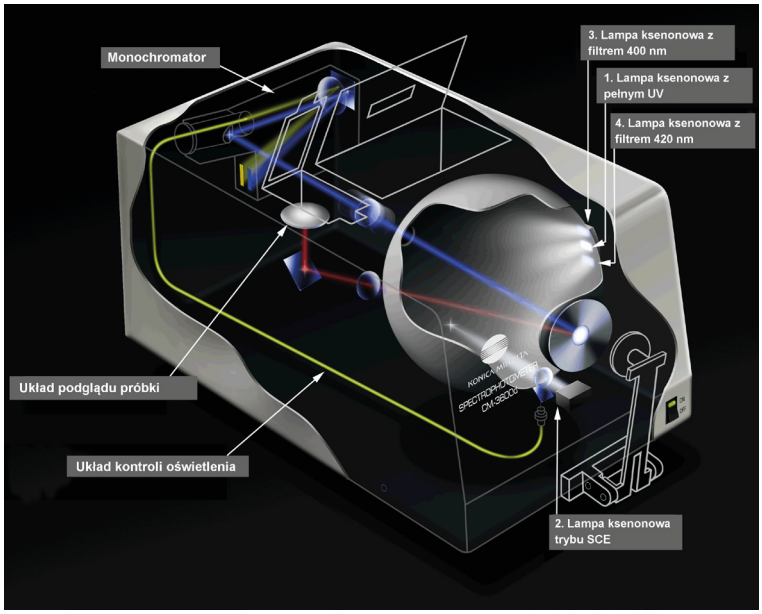
W systemie zapewnienia jakości taki dialog bywa kłopotliwy: pomiary w laboratorium najczęściej wykonywane są za pomocą spektrofotometrów stacjonarnych, natomiast w dziale produkcji przeważają poręczne urządzenia przenośne. Jeśli wyniki z kilku naszych instrumentów znacząco się różnią i nie są wzajemnie porównywalne, powinniśmy zdać sobie sprawę ze znaczenia konstrukcji i kalibracji spektrofotometrów. To może pomóc w rozwiązaniu problemu.

W tym artykule skupimy się na technologii spektrofotometrów sferycznych, najczęściej stosowanych w różnorodnych branżach przemysłu.

Konstrukcja spektrofotometru sferycznego

Pomo iż idea konstrukcji sferycznej jest identyczna dla wszystkich instrumentów tego typu, drobne różnice techniczne mają znaczny wpływ na jakość urządzenia. Każdy współczesny instrument sferyczny zawiera lampę oświetlającą wnętrze sfery pokryte białą, matową powłoką. Światło dokładnie rozproszone w sferze pada na mierzoną próbkę, następnie zabarwione światło odbite od próbki rzutowane jest na holograficzną siatkę dyfrakcyjną rozdzielającą długości fali i dalej na detektor mierzący widmo.

Obecnie w instrumentalnej ocenie koloru stosowane są trzy typy źródeł światła: żarówki wolframowe (zwykłe, halogenowe lub wypełnione gazem szlachetnym), ksenonowe lampy wyładowcze oraz diody LED. Każdy typ lampy ma swoje zalety oraz także wady, które mogą nieco ograniczać możliwości zastosowań. Niektóre materiały mogą różnie reagować na oświetlenie różnego rodzaju lampami, stąd dobra zgodność międzyinstrumentowa jest osiągalna tylko wtedy, gdy porównywane urządzenia wykorzystują identyczna technologię oświetlenia. Trzeba też pamiętać, że lampy tego samego typu ale od różnych producentów mogą się też istotnie różnić



Konstrukcja spektrofotometru sferycznego

Biała powłoka oraz konstrukcja sfery rozpraszającej mają także ogromne znaczenie. Międzynarodowe normy (np. CIE) określają, że pole powierzchni otworów w sferze nie może przekraczać 10% całego wewnętrznego pola powierzchni sfery, dla zapewnienia odpowiednio równomiernego rozproszenia światła poprzez wielokrotne odbicia od białej powłoki. Ten warunek jest tym trudniejszy do spełnienia, im mniejsza jest średnica sfery oraz im więcej dodatkowych otworów jest potrzebnych dla dodatkowych lamp, pułapki świetlnej, okna podglądu i innych elementów. Porównywalność wyników z przyrządów o różnych średnicach sfery jest zachowana, tylko jeśli już na etapie projektowania układu optycznego zachowano najwyższą staranność.

Co więcej, ogromne znaczenie dla dokładności pomiaru ma też podzespół zwany monochromatorem. Składa się on z holograficznej siatki dyfrakcyjnej rozszczepiającej światło na poszczególne długości fali oraz z elektronicznego detektora widma. Mogło by się wydawać, że dla zachowania najwyższej zgodności wyników w różnych modelach spektrofotometrów powinny być stosowane identyczne monochromatory. Jednak przy dokładnej analizie działania całości układu optycznego okazuje się, iż lepiej jest użyć nieco innych monochromatorów (podobnie jak inne silniki lepiej nadają się do samochodów wyścigowych a inne do ciężarowych).

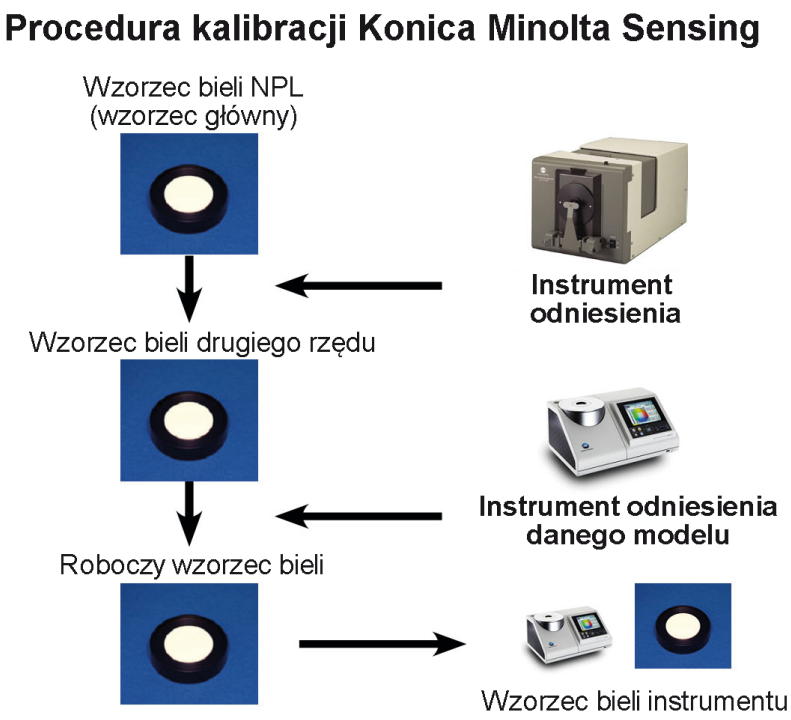
Podsumowując: podstawą kolorymetrycznej zgodności różnych modeli spektrofotometrów jest stosowanie tego samego typu lamp oraz precyzyjne dostrojenie wszystkich elementów układu optycznego.

Jednak dokładność urządzenia jest też bezpośrednio zależna od jego kalibracji.

Kalibracja spektrofotometrów

Spektrofotometry przed rozpoczęciem pomiarów muszą być kalibrowane na wzorcowej białej płytce o znanym widmie odbiciowym. Aby zagwarantować poprawność wyników, parametry płytki kalibracyjnej muszą być dokładnie wyznaczone za pomocą instrumentu odniesienia. Każdy producent spektrofotometrów musi spełniać wymagania międzynarodowych norm odnośnie kalibracji. Jednak stosowane procedury i metody kalibracji mają znaczny wpływ na zgodność pomiędzy modelami instrumentów oraz pomiędzy egzemplarzami tego samego modelu.

Konica Minolta opracowała własny, oryginalny system kalibracji. Procedura przedstawiona poniżej może służyć jako przykład rozwiązania zapewniającego spójność wyników z różnych modeli spektrofotometrów.



Podstawą systemu kalibracji jest wzorzec główny. Konica Minolta przechowuje w swoim centralnym laboratorium wzorcową białą płytkę kalibrowaną przez NPL (National Physical Laboratory – państwowa instytucja normalizacyjna w Anglii). Wzorzec bieli NPL jest stosowany do wyznaczania parametrów białych płytek wzorcowych drugiego rzędu, wykonanych ze sprasowanego siarczanu baru (BaSO4).

Są one bardzo stabilne w czasie a ich powierzchnia ma właściwości zbliżone do ciała idealnie rozpraszającego światło, co zapewnia względnie zgodne wyniki pomiarów odbiciowych dla instrumentów o rozmaitych geometriach układów optycznych. Do wyznaczania parametrów płytek BaSO4 używany jest referencyjny egzemplarz instrumentu Konica Minolta CM–3700d.

Przy użyciu wzorców bieli drugiego rzędu kalibrowane są referencyjne instrumenty poszczególnych modeli (w podanym przykładzie CM-5). Następnie instrumentami referencyjnymi wyznacza się wartości kalibracyjne roboczych płytek wzorcowych. Dla zapewnienia wiarygodności wzorców roboczych, są one corocznie kalibrowane.

W ostatnim kroku wzorce robocze służą do wyznaczenia parametrów indywidualnych płytek kalibracyjnych dla każdego egzemplarza instrumentu, przy użyciu egzemplarza referencyjnego.

Wszystkie spektrofotometry Konica Minolta serii CM są dodatkowo kalibrowane pod względem dopasowania skali długości fali. Kalibracja wykonywana za pomocą specjalnych źródeł światła, na przykład lampy rtęciowej, gwarantuje niezrównany poziom precyzji. Dla niektórych modeli (np. CM-3700d) wykonywane są dodatkowe pomiary wzorcowych filtrów zawierających barwne związki metali ziem rzadkich: holmu, neodymu i prazeodymu. Filtry te są certyfikowane przez Państwowy Instytut Norm i Technologii w USA (NIST).

Aby zapewnić najwyższą stabilność pomiarów kalibracyjnych, wszelkie prace prowadzone są w pomieszczeniach o ściśle kontrolowanej temperaturze i wilgotności. Stabilność instrumentów referencyjnych jest okresowo sprawdzana, co przyczynia się do osiągnięcia optymalnej jakości przeglądów i kalibracji.

Identyczne procedury i standardy jakości wdrożone są we wszystkich naszych autoryzowanych serwisach na całym świecie wyposażonych w instrumenty referencyjne i wzorce bieli drugiego rzędu. Dzięki temu osiągnęliśmy znakomitą zgodność między instrumentami oraz między modelami na poziomie globalnym.

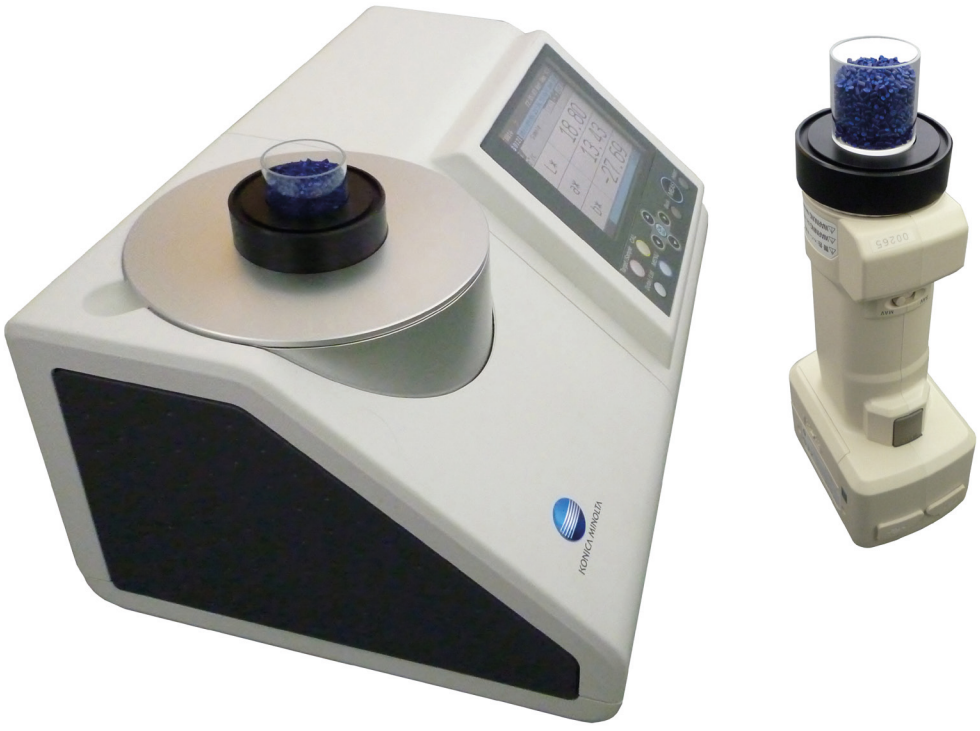
Ergonomia i akcesoria

Ogólna wygoda użytkowania oraz dostępność dodatkowych akcesoriów to kolejne czynniki podnoszące jakość spektrofotometru. Ważne jest, aby port pomiarowy był łatwo dostępny i umożliwiał powtarzalne pozycjonowanie próbek, nie powodujące rozrzutu wyników większego niż jakikolwiek inny element systemu pomiarowego. Przy tym urządzenia przenośne i stacjonarne powinny mierzyć dawać zgodne wyniki dla próbek o rozmaitej formie.

Płaskie próbki materiałów kryjących oraz powlekanych nie stwarzają trudności w pomiarze. Jednak sytuacja może sie skomplikować dla próbek niejednorodnych, prześwitujących, mokrych lub o skomplikowanym kształcie. Z pomocą przychodzi tu przemyślana konstrukcja przyrządu oraz funkcjonalne akcesoria dodatkowe, umożliwiające optymalną prezentację próbki podczas pomiaru.

Dobrym przykładem może być pomiar granulatów. Spektrofotometr stacjonarny powinien być zdolny do wykorzystania dokładnie takiej samej szalki pomiarowej jak instrument przenośny, aby zapewnić identyczne warunki odbicia światła na powierzchni szklanego denka. Na zdjęciu widzimy stacjonarny model CM-5 z portem pomiarowym na górnej płycie oraz przenośny CM–700d w pozycji odwróconej otworem pomiarowym do góry. Dzięki wymiennym przysłonom w obu urządzeniach ustawiono średnicę pomiaru 8mm. Dodatkowe akcesoria (czarne pierścienie) umożliwiają powtarzalne pozycjonowanie takiej samej szalki z granulatem.

Ujednolicony sposób prezentacji próbki w urządzeniu stacjonarnym i przenośnym



Takie rozwiązanie minimalizuje wpływ sposobu prezentacji próbki i gwarantuje największą możliwą zgodność międzyinstrumentową. Należy jednak pamiętać, że ze względu na odmienną konstrukcję i kalibrację na osobne wzorce bieli, wyniki uzyskane dla materiałów niejednorodnych mimo wszystko mają prawo nieco się różnić.

Jeśli chcesz porównywać wartości kolorymetryczne pomiędzy działami firmy, dostawcami i odbiorcami, potrzebujesz dobrze dobranych i regularnie kalibrowanych urządzeń, pracujących w stabilnych warunkach. Możesz też w każdej chwili skorzystać z naszego doradztwa odnośnie akcesoriów i optymalnego przygotowania próbek.

O Konica Minolta Sensing Europe B.V.:

Konica Minolta Sensing Europe B.V., filia Konica Minolta Sensing Inc. z siedzibą w Japonii jest wiodącym dostawcą rozwiązań pomiarowych dla zastosowań na polach: kolorystyki, światła, wyświetlaczy oraz skanowania 3D. Za pośrednictwem oddziałów i diystrybutorów rozlokowanych w ponad 30 krajach Konica Minolta Sensing Europe oferuje produkty dla przemysłu w Europie, Afryce i na bliskim wschodzie. Czerpiąc z najnowocześniejszych technologii optycznych oraz przetwarzania obrazu, rozwiązania pomiarowe Konica Minolta Sensing usprawniają kontrolę jakości oraz wspierają badania i rozwój w szeregu przedsiębiorstw i branż.

Nasze rozwiązania w zakresie zarządzania kolorem mają zasadnicze znaczenie dla kontroli i monitorowania jakości w wielu obszarach produkcji, takich jak motoryzacja, farby i lakiery, tworzywa sztuczne, materiały budowlane, żywność, chemia czy medycyna. W innowacyjnej branży ekranów i wyświetlaczy wszelkiego typu, analizatory barw Konica Minolta cieszą się pozycją „przemysłowego standardu". Nasze digitizery 3D znajdują szerokie zastosowanie w medycynie, ochronie dziedzictwa kulturowego, edukacji akademickiej oraz badaniach naukowych. Konica Minolta Sensing będzie kontynuować wprowadzanie innowacji, wykorzystując najnowsze wysokoprecyzyjne technologie pomiarowe i dostarczając rozwiązań, które spotykają się ze stale zmieniającymi się potrzebami na różnorodnych polach.

Konica Minolta Sensing Europe B.V.
Zweigniederlassung Deutschland
Werner-Eckert-Str. 2, D-81829 München
Christian Dietz

Phone: +49 (0)89 435 71 56 - 60
Fax: +49 (0)89 435 71 56 - 99
christian.dietz@seu.konicaminolta.eu