

mgr inż. Piotr Jakubowski

Tytuł rozprawy: Metrologia promieniowania czynnego cyrkadialnie

Streszczenie

Tematyka niniejszej rozprawy doktorskiej dotyczy opracowania toru pomiarowego szerokopasmowej głowicy pomiarowej kompaktowego miernika parametrów promieniowania czynnego cyrkadialnie. Głowica ta jest przeznaczona do środowiskowych pomiarów promieniowania optycznego w zakresie długości fali (380÷600) nm, zgodnie z wagową funkcją czułości melanopsyny. W rozprawie zaprezentowano autorską metodę zintegrowanego przestrzennego-widmowego korygowania fotodetektora półprzewodnikowej głowicy pomiarowej parametrów natężeniowych promieniowania optycznego. Skorygowana tą metodą głowica pomiarowa umożliwia pomiar natężenia napromienienia odniesionego do funkcji skuteczności widmowej promieniowania czynnego cyrkadialnie. Potrzeba opracowania tego rodzaju głowicy pomiarowej wynika z faktu, iż współcześnie znane przenośne szerokopasmowe całkujące przyrządy pomiarowe nie zawierają w swej konstrukcji wszystkich wymaganych pięciu torów pomiarowych (melanopsyny, rodopsyny, cyjanopsyny, chloropsyny i erytropsyny), a także w przypadku opracowanych mierników melanopsyny nie zapewniają dokładności pomiarów zgodnej z międzynarodowymi ustaleniami normatywnymi opracowanym przez CIE. Parametr $f_1'_{mel.D65}$ opisujący wskaźnik niedopasowania widmowego toru pomiarowego melanopsyny do wymaganej krzywej czułości widmowej przyrządów pomiarowych prezentowanych literaturowo wynosi co najmniej 40%, a wskaźnik niedopasowania przestrzennego f_2 jest na poziomie 20% co powoduje, że są one sprzętami nieklasyfikowanymi według wymagań CIE, ponieważ najwyższa dopuszczalna wartość wskaźnika f_1' wynosi 9% dla przyrządów najniższej klasy 1.

W celu opracowania tego rodzaju głowicy pomiarowej przeprowadzono badania parametrów świetlnooptycznych, elementów składowych typowych szerokopasmowych głowic pomiarowych tj.: rozpraszaczy, filtrów korekcji widmowej oraz detektorów promieniowania optycznego. Badania rozpraszaczy i detektorów były prowadzone na autorsko opracowanych, dedykowanych stanowiskach pomiarowych. Badania filtrów korekcji widmowej zostały wykonane w oparciu o autorskie modele matematyczne bazujące na danych udostępnionych przez lidera w produkcji komercyjnych filtrów absorpcyjnych promieniowania optycznego.

Na podstawie wyników przeprowadzonych autorskich badań zidentyfikowano źródła błędów pomiarowych głowic szerokopasmowych mierników promieniowania optycznego. W niniejszej rozprawie doktorskiej, opisano nie znaną wcześniej w literaturze, autorską metodę zintegrowanego projektowania toru optycznego głowicy pomiarowej. Metoda ta uwzględnia widmowe oraz kątowe/przestrzenne charakterystyki elementów składowych toru pomiarowego dzięki czemu umożliwia minimalizację wskaźnika niedopasowania widmowego zachowując przy tym jakość korekcji kątowej głowicy pomiarowej. Dzięki temu opracowana głowica pomiarowa toru melanopsyny charakteryzuje się wartością wskaźnika $f_1'_{mel.D65}$ równą 4,14% tj. na poziomie który kwalifikuje ją według CIE do klasy 2 (klasa 4 to sprzęt laboratoryjny). Ponadto w rozprawie doktorskiej zaproponowano modyfikację uprzednio zaprojektowanego (metodą zintegrowaną) toru optycznego głowicy, poprzez dodanie w jej konstrukcji nowego elementu, który kształtuje wiązkę promieniowania padającego na detektor tak, że wskaźnik niedopasowania widmowego $f_1'_{mel.D65}$ głowicy w przypadku toru melanopsyny zostaje obniżony do 2,69% (czyli ten parametr jest poprawiany o blisko połowę

wartości, w stosunku do głowicy, która takiego elementu nie posiada) i również ma wartość poniżej 3% dla pozostałych torów pomiarowych tj. rodopsyny, cyjanopsyny, chloropsyny i erytropsyny.

Ta zmodyfikowana konstrukcja szerokopasmowej głowicy pomiarowej miernika promieniowania optycznego jest przedmiotem przyjętego przez Urząd Patentowy RP, autorskiego zgłoszenia patentowego o numerze P.434998 (z dnia 18 sierpnia 2020 roku).

Opracowana i zaprezentowana głowica pomiarowa szerokopasmowego miernika promieniowania czynnego cyrkadialnie jest obecnie jedyną, która spełnia wymagania międzynarodowe co do parametrów jakości korekcji przestrzennej i widmowej. Wartość wskaźnika f_2 (będącego miarą jakości dopasowania przestrzennego miernika) nie przekracza 2%, a wartość wskaźnika $f_1'_{mel.D65}$ nie przekracza 3%, co oznacza, że miernik według wymagań CIE może zostać zaliczony do klasy 3 tj. do mierników wysokiej jakości.

W niniejszej rozprawie doktorskiej udowodniono, że istnieje możliwość takiego widmowego i przestrzennego skorygowania fotodetektora głowicy pomiarowej miernika promieniowania optycznego, że możliwe jest wykonywanie z jej pomocą pomiarów parametrów promieniowania czynnego cyrkadialnie z jakością wymaganą przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową CIE.