

Grzegorz OWCZAREK
Grzegorz GRALEWICZ

OCENA PRZEPUSZCZANIA ŚWIATŁA DLA SZYB STOSOWANYCH W PRZEMYŚLE MOTORYZACYJNYM

STRESZCZENIE *W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań współczynników przepuszczania światła dla barwionej szyby stosowanej w pojazdach szynowych. Współczynniki te badano w zależności od podejścia w doborze rozkładu illuminantu oraz względnej skuteczności widmowej. Przyjęta metoda badania współczynników przepuszczania światła oraz otrzymane wyniki badań wskazują na konieczność zweryfikowania podejścia w sposobie oceny przepuszczania światła dla barwionych szyb stosowanych w pojazdach mechanicznych.*

Słowa kluczowe: *współczynnik przepuszczania światła, szyby samochodowe, szyby stosowane w przemyśle motoryzacyjnym, filtry*

1. WSTĘP

Warunki techniczne, jakie muszą być spełnione w przypadku dopuszczenia do ruchu pojazdów mechanicznych obejmują bardzo szeroki zakres wymagań dotyczących zarówno podzespołów jak i wyposażenia dodatkowego tych pojazdów. W niniejszej pracy przeanalizowano jeden z elementów, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 2 marca 2011 r. [1], który dotyczy przepisów regulujących warunki techniczne pojazdów, jakim powinny odpowiadać tramwaje i trolejbusy uczestniczące w ruchu drogowym. Poddano ocenie sposób, w jaki mierzony jest współczynnik przepuszczania światła dla szyb stosowanych w tramwajach i trolejbusach. Szyby stosowane w tego typu pojazdach są wykonane najczęściej z nieorganicznego szkła z dodatkiem barwników modyfikujących ich widmową charakterystykę przepuszczania.

Barwiona szyba ogranicza ilość promieniowania słonecznego przedostającego się do wnętrza pojazdu, co w szczególności w warunkach intensywnego nasłonecznienia zmniejsza intensywność nagrzewania się wnętrza pojazdu, a co najważniejsze zmniejsza

dr inż. Grzegorz OWCZAREK, dr inż. Grzegorz GRALEWICZ
e-mail: [growc; grgra]@ciop.lodz.pl

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 268, 2015

ryzyko narażanie kierowcy / motorniczego na olśnienie wywołane nadmierną ilością promieniowania widzialnego. Sposób barwienia nie może jednak prowadzić do zbyt dużego zaciemnienia szyby, aby nie pogorszyć widzenia w złych warunkach pogodowych w dzień lub w nocy. Zgodnie z cytowanym rozporządzeniem [1] współczynnik przepuszczalności światła (w większości opracowań literaturowych, np. norm zharmonizowanych określany, jako współczynnik przepuszczania światła lub transmitancja świetlna) powinien być nie mniejszy niż 75% dla szyby przedniej, oraz 70% dla szyby bocznej. Rozporządzenie nie definiuje jednoznacznie sposobu wyznaczania współczynnika przepuszczania światła. Propozycja metody pomiaru współczynnika przepuszczania światła opisana jest w wymaganiach homologacyjnych Reg. 43EKG ONZ [2]. Brak jednoznacznego odniesienia do sposobu wyznaczania stopnia przepuszczania światła wprowadzać może pewne nieścisłości w sposobie oceny stosowanych szyb. W niniejszej pracy pokazano – na przykładzie szyby przedniej stosowanej w pojazdach szynowych – jak wartości współczynnika przepuszczania mogą się zmieniać w zależności od przyjętego sposobu obliczania współczynnika przepuszczania światła.

2. METODYKA BADAŃ I BADANA PRÓBKA

Oceny przepuszczania światła dokonano poprzez wyznaczanie widmowego współczynnika przepuszczania metodą spektrofotometryczną w zakresie promieniowania widzialnego (VIS) od 380 do 780 nm. Współczynnik przepuszczania światła zdefiniowany jest wzorem, w którym uwzględnia się:

- wartości widmowych współczynników przepuszczania światła τ_F wyznaczanych dla zakresu długości fali od 380 do 780 nm,
- rozkład illuminantu (dla elementów optycznych służących jako filtry optyczne użytkowane np. w okularach ochronnych i /lub korekcyjnych jest to illuminant normalny CIE D 65),
- rozkład względnej skuteczności widmowej (dla elementów optycznych służących jako filtry optyczne użytkowane np. w okularach ochronny i /lub korekcyjnych jest to rozkład względnej skuteczności widmowej dla widzenia dziennego).

Z uwagi na brak w cytowanym rozporządzeniu [1] jednoznacznych kryteriów, na podstawie których wyznaczana jest wartość współczynnika przepuszczania światła, przyjęto następujący wzór:

$$\tau_v = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau_F(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}, \quad (1)$$

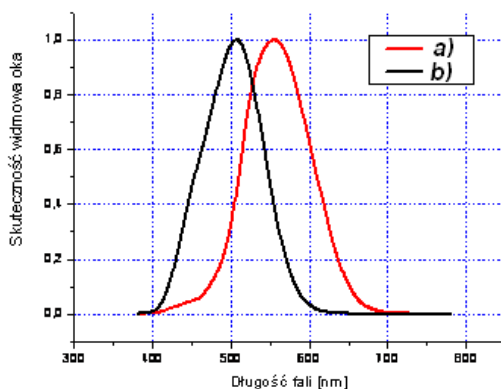
gdzie:

- λ – długość fali,
- τ_F – widmowy współczynnik przepuszczania,
- $S(\lambda)$ – rozkład illuminantu (D 65 lub A),
- $V(\lambda)$ – rozkład względnej skuteczności widmowej oka dla widzenia nocnego lub dziennego przez oko ludzkie.

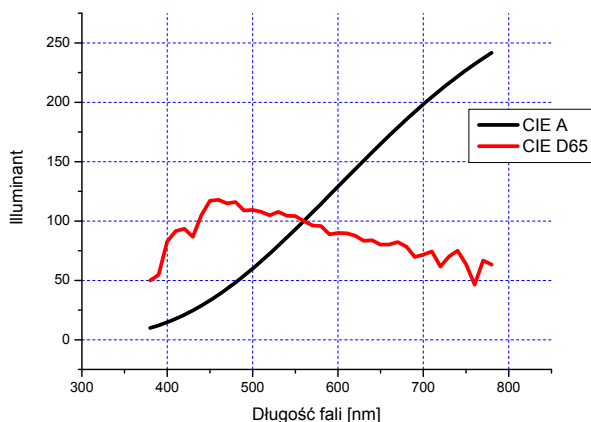
Powyższy wzór uwzględnia więc następujące przypadki:

- widzenie skotopowe dla rozkładu illuminantu A (oświetlenie sztuczne),
- widzenie skotopowe dla rozkładu illuminantu D 65 (oświetlenie naturalne),
- widzenie skotopowe dla rozkładu illuminantu A (oświetlenie sztuczne),
- widzenie skotopowe dla rozkładu illuminantu D 65 (oświetlenie naturalne).

Z uwagi na zastosowanie szyby, która jest filtrem optycznym (w przypadku barwionych szyb stopień filtracji jest na poziomie jasnych filtrów stosowane w okularach chroniących przed promieniowaniem słonecznym), najbardziej odpowiednią interpretacją przy wyznaczaniu współczynnika przepuszczania światła wydaje się uwzględnienie w obliczeniach illuminantu D65 i rozkładu względnej skuteczności widmowej dla widzenia dziennego. Wzór uwzględniający wymienione powyżej rozkłady wykorzystywany jest m.in. do wyznaczania współczynnika przepuszczania światła dla okularów chroniących przed promieniowaniem słonecznym (zgodnie z PN-EN 1836 +A1: 2009 [3] oraz PN-EN 166 [4]). Rozkłady widmowe illuminantów oraz skuteczności widzenia przedstawiono w na rysunkach 1 i 2.

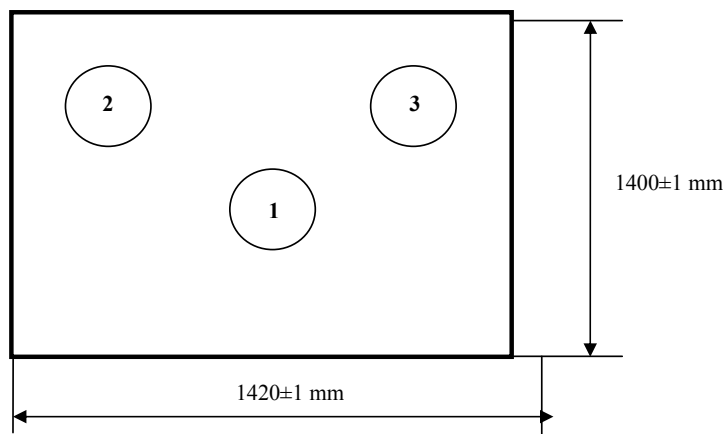


Rys. 1. Rozkład względnej skuteczności widmowej oka zaadaptowanego do: a) światła, b) ciemności



Rys. 3. Rozkład widmowy illuminantów: A i D 65

Obiektem badań była szyba przednia tramwaju M8C. Wymiary badanej próbki oraz miejsca wykonania pomiaru przedstawiono na rysunku 3.



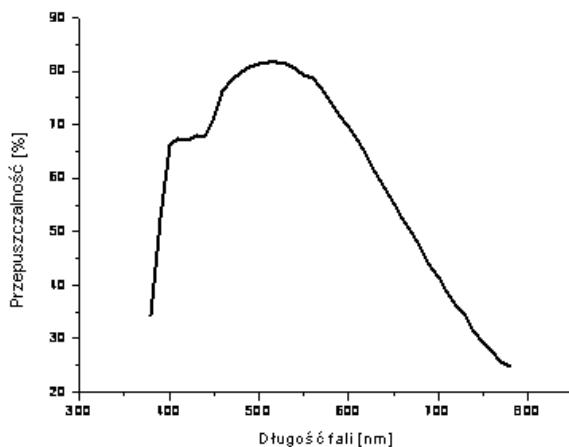
Rys. 3. Miejsca pomiaru.

1 – obszar centralny, 2 i 3 – górna część szyby

Pomiary przeprowadzono z wykorzystaniem spektrofotometru Cary 5E ze światłowodowym torem pomiarowym.

3. WYNIKI BADAŃ

Przykładowy wykres obrazujący charakterystykę widmową przepuszczania dla badanej szyby przedstawiono na rysunku 4. W tabeli 1 zamieszczono wyznaczone (zgodnie ze wzorem 1) wartości współczynników przepuszczania, w zależności od rozkładu illuminantu oraz względnej skuteczności widmowej.



Rys. 4. Charakterystyka widmowa przepuszczalności badanej szyby (miejsce nr 1)

TABELA 1

Zestawienie współczynników przepuszczania światła w zależności od rozkładu illuminantu oraz względnej skuteczności widmowej.

Miejsce na badanej szybie	Współczynnik przepuszczania światła τ_v [%] przy uwzględnieniu			
	Skuteczności widmowa oka dla widzenia nocnego	Skuteczności widmowa oka dla widzenia nocnego	Skuteczności widmowa oka dla widzenia dziennego	Skuteczności widmowa oka dla widzenia dziennego
	Illuminant A	Illuminant D65	Illuminant A	Illuminant D65
1	79,4	78,9	73,9	76,1
2	81,7	81,3	75,6	77,9
3	80,2	79,8	74,1	76,5
Średnia	80,4	80,0	74,5	76,8

4. Dyskusja wyników

Dla wszystkich analizowanych przypadków średnie wartości współczynników przepuszczania dla trzech miejsc na badanej szybie zawierają się w przedziale od 74,5% do 80,4%. Średnia wartość współczynnika przepuszczania światła wyznaczona przy uwzględnieniu illuminantu D65 i rozkładu względnej skuteczności widmowej dla widzenia dziennego wynosi 76,8%. Wysokie wartości współczynnika przepuszczania światła wyznaczone przy uwzględnieniu względnej skuteczności widmowej dla widzenia nocnego wynikają z relatywnie wysokich wartości widmowych współczynników przepuszczania dla długości fal, dla których czułości oka w warunkach nocnych jest najwyższa (między 480 a 520 nm). Wartości tych współczynników dla badanych punktów pomiarowych wahają się od 78,9% do 81,3%. Badana szyba zapewnia również relatywnie wysoki widmowy współczynnik przepuszczania dla długości fali, dla której przypada maksimum względnej skuteczności widmowej dla widzenia dziennego (555 nm). Dla badanej szyby wartości tych współczynników zawierają się między 76,1% a 77,9%. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na to, że badana szyba stanowi filtr chroniący przed olśnieniem słonecznym (zgodnie z PN-EN 1836+A1: 2009 [3] jest to filtr kategorii 1, określanej jako jasno zabarwiony). Przesunięcie maksimum charakterystyki widmowej przepuszczania dla długości fal, dla których przypada maksimum względnej skuteczności widmowej dla widzenia nocnego (patrz rys. 4) powinno zapewnić również dobrą obserwację w warunkach nocnych.

Z przedstawionych wyników badań widać jednoznacznie, że wartości współczynnika przepuszczania światła mogą różnić się w zależności od przyjętych rozkładów skuteczności oka i illuminantu. Z tego względu niezbędne jest uszczegółowienie sposobu, w jaki dokonywana jest ocena przepuszczania światła dla tego typu szyb.

Podziękowania

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 marca 2011 r. w sprawie warunków technicznych tramwajów i trolejbusów oraz ich niezbędnego wyposażenia.
2. EEC Regulation No. 48 Uniform provisions concerning the approval of safety glazing materials and their installation vehicle
3. PN-EN 1836 +A1: 2009 Ochrona indywidualna oczu. Okulary i filtry chroniące przed olśnieniem słonecznym do zastosowań ogólnych i filtry do bezpośredniej obserwacji słońca.
4. PN-EN 166: 2005 Ochrona indywidualna oczu – Wymagania.

Rękopis dostarczono dnia 16.04.2014 r.

ASSESSMENT OF LUMINOUS TRANSMITTANCE FOR WINDSCREEN USED IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Grzegorz OWCZAREK, Grzegorz GRALEWICZ

ABSTRACT *The paper presents results of investigations of the luminous transmittance for dyed windscreen used in motor vehicles. Dependence on spectral distribution of illuminant and spectral visibility function of the average human eye for daylight and nightlight vision has been analysed. The considered method and obtained results show the necessity of verification of the assessment method for the luminous transmittance of dyed windscreens used in mechanical vehicles.*

Keywords: *luminous transmittance, windscreens, screens used in mechanical vehicles, filters*

Dr inż. Grzegorz OWCZAREK absolwent Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej. Obecnie pracownik CIOP-PIB – Kierownik Pracowni Ochrony Oczu i Twarzy.



Dr inż. Grzegorz GRALEWICZ absolwent Wydział Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej, od 2003r pracuje w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. W 2009 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska.