

Badania fotometryczne reflektorów samochodowych po 10 latach eksploatacji

Streszczenie. W publikacji przedstawiono wyniki pomiarów światłości światła mijania dwóch reflektorów samochodowych popularnych typów, po 10 latach normalnej eksploatacji. Wyniki te odniesiono do obowiązujących wymagań homologacyjnych i porównano z wartościami światłości reflektorów fabrycznie nowych tego samego typu.

Abstract. These article presents measurement results of passing lights luminous intensity of two popular vehicle headlamps, after 10 years of their normal exploitation. Results was compared with current type approval requirements and with luminous intensity measured for brand new headlamps of the same type. (**Photometric measurements of vehicle headlamps after 10 years of exploitation**)

Słowa kluczowe: fotometria, oświetlenie samochodowe, reflektor samochodowy
Keywords: photometry, vehicle lighting, vehicle headlamp

doi:10.12915/pe.2014.08.15

Wstęp

Oświetlenie drogi przed pojazdem, w warunkach ograniczonej widoczności, jest kluczowym elementem mającym wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Obecnie, pojazdy poruszające się po drogach są wyposażone w reflektory o zróżnicowanych konstrukcjach, co związane jest z postępem technicznym w motoryzacji. W starszych pojazdach funkcjonują reflektory z odbłyśnikiem paraboloidalnym z ryflowanym szklanym kloszem, w nowszych, reflektory z odbłyśnikiem wielokrzywiznowym z kloszem gładkim wykonanym z tworzywa sztucznego, lub reflektory z odbłyśnikiem elipsoidalnym z soczewką (tzw. reflektory soczewkowe). Pomimo tych różnic, wszystkie konstrukcje mają na celu uzyskanie tego samego, wymaganego przepisami [1], rozkładu natężenia oświetlenia na drodze.

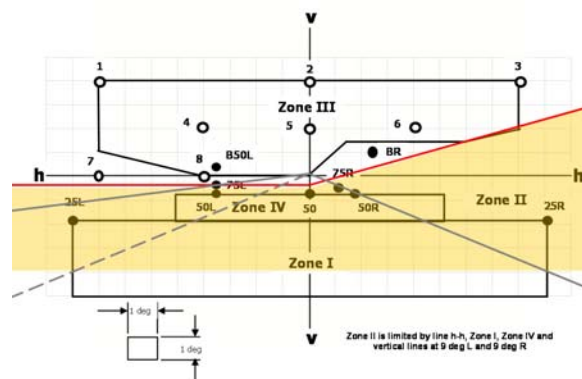
Światła mijania w reflektorze samochodowym charakteryzują się tym, że realizują dość trudne technicznie zadanie, którym jest najlepsze oświetlenie jezdni i pobocza przed pojazdem, przy jednoczesnym ograniczeniu zjawiska oślepienia kierowców nadjeżdżających z przeciwka. Warunkiem uzyskania odpowiedniego oświetlenia drogi jest wytworzenie wyraźnej granicy światła i cienia oraz odpowiednie ustawienie lampy na pojeździe. Niestety od momentu wyprodukowania i eksploatacji pojazdu rozpoczyna się powolny proces starzenia m.in. elementów układu optycznego reflektora. Klosze lamp, zwykle wykonywane z tworzywa sztucznego, ulegają stopniowemu matowieniu, a powierzchnie odbłyśnika, wykonane z warstwy napyłonego aluminium, ulegają degradacji. Czynniki te powodują rozpraszanie światła i zmniejszenie strumienia świetlnego emitowanego na drogę, co w połączeniu ze zjawiskiem "rozmycia" granicy światła i cienia, znacznie pogarsza jakość oświetlenia drogi. W skrajnych przypadkach może to powodować nawet oślepienie innych uczestników ruchu drogowego. Co gorsze, podczas okresowego badania diagnostycznego pojazdu, przy użyciu obecnie stosowanych urządzeń, diagnosta nie jest w stanie wykryć tego typu nieprawidłowości, ponieważ kontrola światła mijania ogranicza się do sprawdzenia i korekty ustawienia granicy światła i cienia.

W niniejszym artykule zostaną przedstawione wyniki badań stanu wybranych reflektorów, w zakresie analizy fotometrycznej, po kilkuletniej normalnej eksploatacji pojazdów, w odniesieniu do fabrycznie nowych egzemplarzy tego samego typu.

Metoda badań fotometrycznych

W celu przeanalizowania wpływu starzenia układu optycznego reflektora na jego parametry fotometryczne, wykonano pomiary porównawcze, reflektora używanego oraz fabrycznie nowego tego samego typu.

Do pomiarów fotometrycznych wykorzystano typową dla urządzeń oświetleniowych pojazdów, goniometryczną metodę pomiaru światłości zgodnie z wymaganiami Regulaminu nr 112 UE (goniometr w układzie (A, α) , z nieruchomym ogniwnem fotometrycznym, odległość fotometriowania 25m). Pomiary światłości światła mijania wykonano w typowych punktach i obszarach pomiarowych przedstawionych na rys. 1, badanych w procesie homologacji reflektorów z halogenowym źródłem światła. W każdym badanym reflektorze użyto tej samej żarówki wzorcowej kategorii H7, zasilanej napięciem, przy którym wytwarzała ona odniesieniowy strumień świetlny (1500lm) [2]. Przed pomiarami żarówkę wygrzewano w czasie 5 minut. Do ustawienia pozycji pracy reflektora, zastosowano wzrokową metodę ustawienia granicy światła i cienia, podobnie jak ma to miejsce podczas badania technicznego pojazdu na stacjach diagnostycznych.



Rys.1 Ekran pomiarowy (linia szara - perspektywa drogi, linia czerwona – położenie granicy światła i cienia)

Do badań zastosowano również matrycowy miernik luminancji [3, 4], umożliwiający wykonanie quasi ciągłych pomiarów rozkładu luminancji na powierzchni białego ekranu, odbijającego w sposób równomiernie rozproszony, ustawionego w odległości 10m od reflektora. Umożliwiło to zobrazowanie (obraz w trybie „falsecolors”) i porównanie zmian rozkładów światła w perspektywie oświetlanej drogi (Rys. 6÷9), dla poszczególnych reflektorów.



a)



b)

Rys. 2 Używany (a) oraz fabrycznie nowy (b) reflektor nr 1



a)



b)

Rys. 3 Używany (a) oraz fabrycznie nowy (b) reflektor nr 2

Objektem badań były dwa typy homologowanych reflektorów, powszechnie stosowanych w pojazdach osobowych, o konstrukcji z odbłyśnikiem wielokrzywiznowym i kloszem gładkim wykonanym z tworzywa sztucznego, z żarówką halogenową kategorii H7. Reflektor nr 1 (Rys. 2a) był używany na pojeździe, przez około 11 lat (przebieg pojazdu ok. 170 tys. km), a reflektor nr 2 (Rys. 3a), w okresie ok. 10 lat (przebieg pojazdu 172 tys. km). Do badań porównawczych wykorzystano również fabrycznie nowe egzemplarze reflektorów tego samego typu (Rys. 2b i 3b). Wzrokowa ocena stanu układu optycznego obydwu reflektorów wykazała większe zużycie eksploatacyjne klosza i odbłyśnika w reflektorze nr 1.

Analiza parametrów fotometrycznych reflektorów używanych

Uzyskane wyniki pomiarów światłości wraz z wartościami wymaganymi podczas procesu homologacji, przedstawiono w tabeli 1. Czerwoną czcionką oznaczono wartości niespełniające wymagań homologacyjnych. W tabeli oraz na rys. 4, 5 podano także procentowe wartości różnicy względnej między wynikami uzyskanymi w poszczególnych punktach i obszarach pomiarowych dla reflektora fabrycznie nowego oraz używanego (wartości ujemne oznaczają spadek światłości).

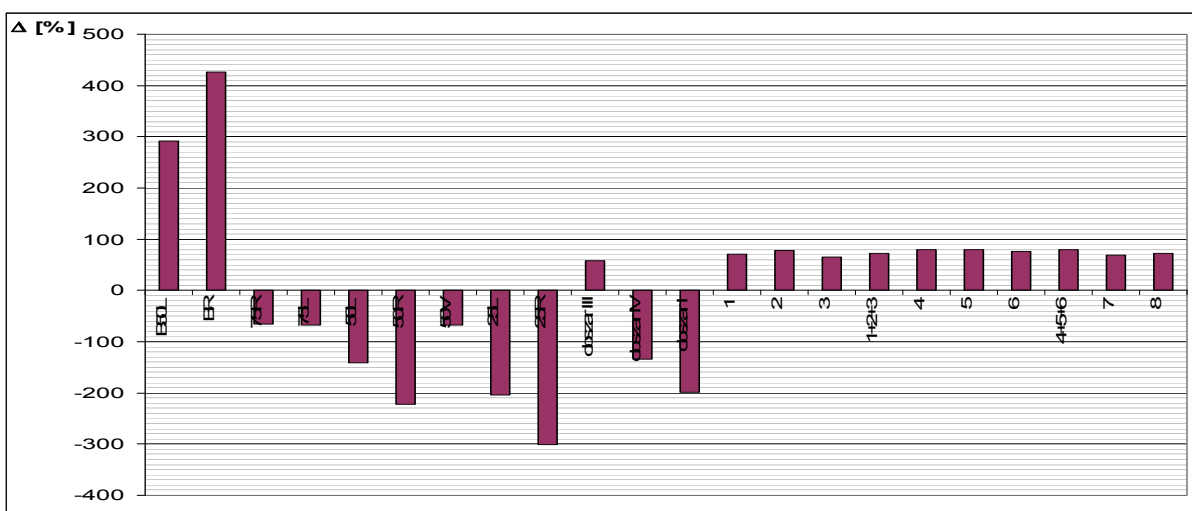
Analizując uzyskane wyniki można stwierdzić, że po około dziesięcioletniej eksploatacji pojazdów, w obydwu reflektorach nastąpiło pogorszenie jakości oświetlenia drogi, przy czym największe zmiany zaobserwowano w reflektorze nr 1 (Rys. 6).

W wyniku rozproszenia światła na odbłyśniku oraz kloszu, nastąpiło zwiększenie wartości światłości w obszarze powyżej granicy światła i cienia. W obszarze III, maksymalna wartość światłości zwiększyła się o 58% dla reflektora nr 1 i 25% dla reflektora nr 2. W punkcie B50L, w którym występują oczy statystycznego kierowcy jadącego z przeciwną, zwiększyła się aż o 291% dla reflektora nr 1 i 95% dla reflektora nr 2. Skutkiem rozproszenia światła jest zatem oślepienie kierowców, co jest najbardziej dokuczliwe i niebezpieczne zwłaszcza dla tych jadących z przeciwną. Z kolei w obszarze poniżej granicy światła i cienia, gdzie zależy nam na jak najwyższych poziomach natężenia oświetlenia na drodze, nastąpiło zmniejszenie emitowanej światłości i tym samym zmniejszenie zasięgu oświetlenia drogi. W punkcie 75R, odpowiadającym punktowi po prawej stronie jezdni w odległości 75m przed pojazdem, nastąpił spadek światłości o 67% dla reflektora nr1 i 45% dla reflektora nr 2. W punkcie 50R, odpowiadającym punktowi po prawej stronie jezdni w odległości 50m przed pojazdem nastąpił spadek światłości odpowiednio o 221% i 8%. Maksimum światłości w obszarze IV zmniejszyło się o 134% dla reflektora nr 1 i zwiększyło się o 5% dla reflektora nr 2.

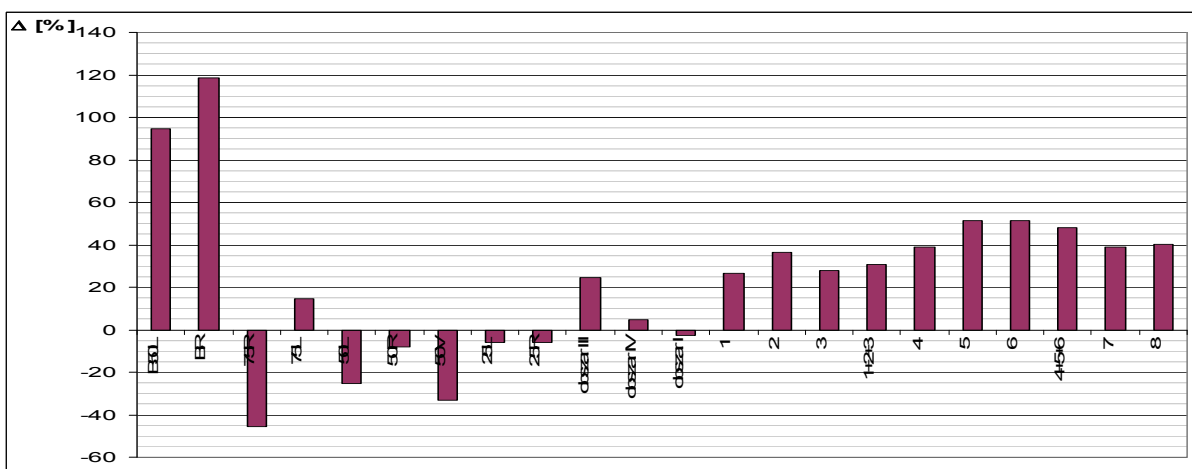
Oczywiście już sam proces produkcji reflektorów zawsze obarczony jest pewnymi odchyłkami parametrów, określonymi w procedurach kontroli zgodności produkcji na poziomie do 20%, ale tylko dla jednego z dwóch egzemplarzy losowo pobranych z wyprodukowanej partii. Generalnie, w całym okresie produkcji seryjnej typu homologowanego, jego parametry techniczne powinny spełniać minimalne wymagania homologacyjne. Z założenia, reflektor samochodowy powinien zapewniać utrzymanie parametrów fotometrycznych na poziomie spełniającym wymagania homologacyjne w całym okresie eksploatacji pojazdu, lecz praktyka i powyższe wyniki badań pokazują, że jest nieco inaczej.

Tabela 1 Wyniki pomiarów fotometrycznych reflektorów nowych i używanych

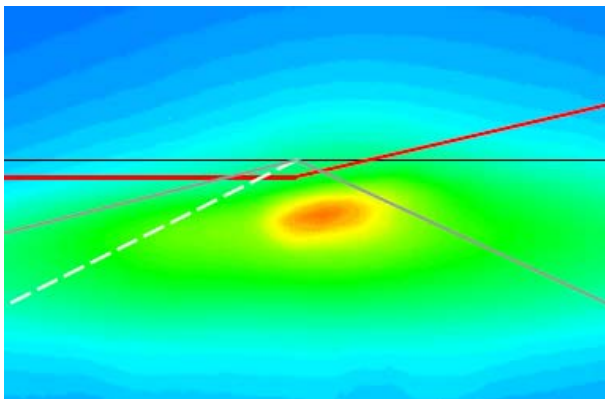
Punkty pomiarowe	Wymaganie Reg. nr 112 ONZ [cd]	Reflektor nr 1 nowy	Reflektor nr 1 używany	Δ [%]	Reflektor nr 2 nowy	Reflektor nr 2 używany	Δ [%]
B50L	≤ 350	181	708	291	230	448	95
BR	≤ 1750	191	1005	426	245	535	118
75R	≥ 5100	8840	2945	-67	7636	4165	-45
75L	≤ 10600	2200	1310	-68	1074	1260	15
50L	≤ 13200	4060	1685	-141	2990	2389	-25
50R	≥ 5100	14600	4543	-221	12048	11150	-8
50V	-	4550	2702	-68	10073	7570	-33
25L	≥ 1250	3430	1127	-204	5512	5202	-6
25R	≥ 1250	7040	1758	-300	4083	3860	-6
obszar III	≤ 625	536	1269	58	621	825	25
obszar IV	≥ 1700	2960	1267	-134	2049	2149	5
obszar I	≤ 17600	14060	4703	-199	15200	14800	-3
1	-	78	269	71	134	183	27
2	-	82	376	78	161	253	36
3	-	93	270	66	157	217	28
1+2+3	≥ 190	253	915	72	452	653	31
4	-	103	494	79	170	279	39
5	-	117	601	81	175	359	51
6	-	131	568	77	182	374	51
4+5+6	≥ 375	351	1663	79	527	1012	48
7	≥ 65	219	684	68	255	418	39
8	≥ 125	270	972	72	303	507	40



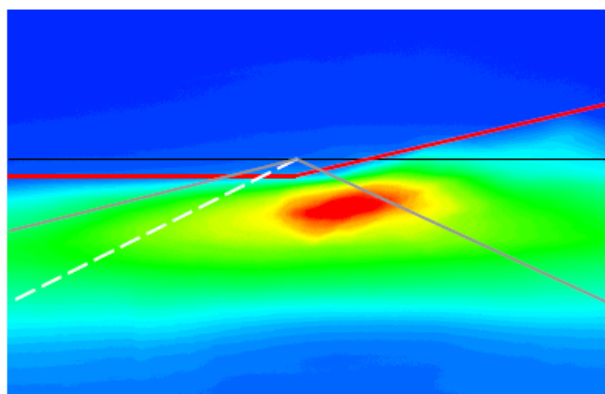
Rys. 4 Procentowe różnice wartości światłości w punktach i obszarach pomiarowych reflektora nr 1 używanego, w odniesieniu do reflektora fabrycznie nowego



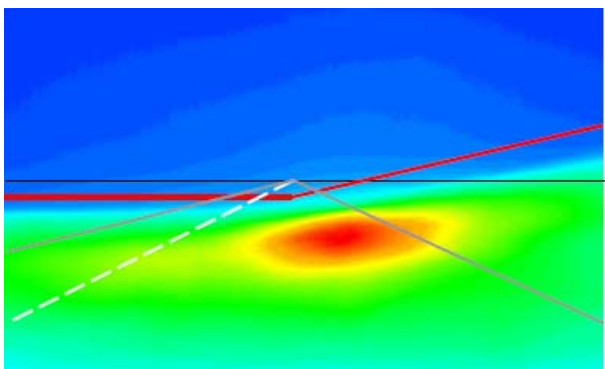
Rys. 5 Procentowe różnice wartości światłości w punktach i obszarach pomiarowych reflektora nr 2 używanego, w odniesieniu do reflektora fabrycznie nowego



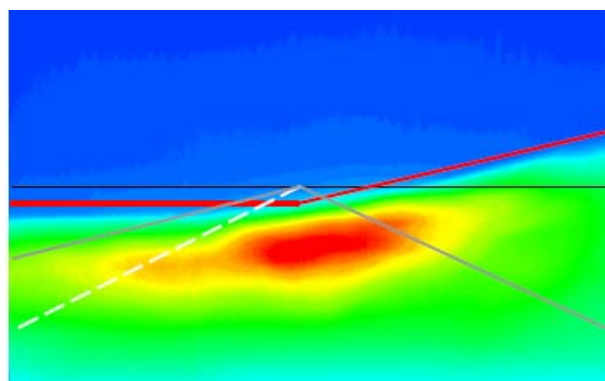
Rys.6 Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 1 używanego



Rys.7 Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 1 fabrycznie nowego



Rys.8 Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 2 używanego



Rys.9 Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 2 fabrycznie

Podsumowanie

Powyższe wyniki badań pokazują, że obecne metody kontroli świateł mijania reflektorów samochodowych, polegające na sprawdzeniu ich świecenia i ewentualnej korekcie ustawienia granicy światła i cienia, nie zapewniają eliminacji z ruchu drogowego pojazdów z nieprawidłowo świecącymi światłami mijania, podczas ich normalnej eksploatacji. Skala tego problemu w Polsce może być dość duża, ponieważ średni wiek pojazdów używanych sięga 14 lat. Obecnie istnieją przyrządy diagnostyczne pozwalające na dokładną kontrolę rozsyłu światłości świateł mijania [5], lecz nie są one wykorzystywane, ze względu na brak wymogów prawnych oraz dodatkowe koszty ich zakupu i obsługi. Efektem tego są poruszające się po drogach publicznych pojazdy, których światła mijania stwarzają zagrożenie dla bezpieczeństwa, ze względu na niedostateczne oświetlenie drogi i oślepianie innych uczestników ruchu drogowego.

Obecnie istnieje możliwość wykonania tzw. regeneracji używanych reflektorów samochodowych. Polega ona zwykle na ponownym napyleniu warstwy odbijającej światło na odbłyśniku oraz wypolerowaniu klosza z tworzywa sztucznego. Tego typu praktyki są zwykle stosowane przez właścicieli kilkunastoletnich pojazdów, w których nastąpiło, widoczne gołym okiem, znaczne pogorszenie stanu elementów układu optycznego reflektora. Istnieją nawet firmy usługowe prowadzące nieuregulowaną przepisami działalność w tym zakresie. Kolejnym etapem badań będzie zatem wykonanie regeneracji zbadanych reflektorów i ponowne sprawdzenie ich parametrów fotometrycznych. Pomoże to odpowiedzieć na pytanie, czy regeneracja powoduje faktycznie poprawę, czy też może pogorszenie oświetlenia drogi? Uzyskanie pozytywnych wyników badań umożliwiłoby wdrożenie odpowiednich technik regeneracji oraz ponowne zastosowanie „zużytych” reflektorów w pojazdach poruszających się po drogach publicznych.

LITERATURA

- [1] Regulation No. 112 UN, „Uniform provisions concerning the approval of motor vehicle headlamps emitting an asymmetrical passing beam or a driving beam or both and equipped with filament lamps and/or light-emitting diode (LED) modules”
- [2] Regulation No. 37 UN, „Uniform provisions concerning the approval of filament lamps for use in approved lamp units of power-driven vehicles and of their trailers”
- [3] Piotr Kaźmierczak, „Adaptacja cyfrowego aparatu fotograficznego do pomiarów luminancji”, Przegląd Elektrotechniczny 05/2007
- [4] Wojciech Moćko, Piotr Kaźmierczak, Calculation of photometric quantities based on the image obtained from imaging element”, Poznan University of Technology Academics Journals Electrical Engineering 59
- [5] Marek Stawowy, Tomasz Targosiński, „Lokalizacja granicy światła i cienia samochodowych świateł mijania przy użyciu komputerowej analizy obrazów”, Przegląd Elektrotechniczny 09/2013

Autorzy: dr inż. Piotr Kaźmierczak,

(1) Instytut Transportu Samochodowego, Zakład Homologacji i Badań Pojazdów, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, E-mail: piotr.kazmierczak@its.waw.pl,

(2) Uczelnia Techniczno-Handlowa im. Heleny Chodkowskiej, Katedra Transportu i Logistyki, ul. Jagiellońska 82, 03-301 Warszawa