

Sławomir TARKOWSKI, Paweł BIENIEK, Krzysztof GÓRSKI

WPLYW JAKOŚCI ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA I STANU TECHNICZNEGO REFLEKTORÓW NA ROZKŁAD PLAMY ŚWIATEŁ MIJANIA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

W artykule omówiono wyniki badań polegających na porównaniu plamy światła mijania emitowanych przez reflektory pojazdów samochodowych. W badaniach uwzględniono różne rodzaje żarówek H1 oraz reflektory w różnym stanie technicznym. W pierwszym przypadku badaniu poddano reflektory, w których powierzchnia klosza była zużyta w sposób zmniejszający przejrzystość. W drugim przypadku badaniu poddano reflektory, w których powierzchnia klosza była przejrzysta i nie zużyta.

WSTĘP

Problematyka zapewnienia bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego jest jednym z kluczowych priorytetów stawianych przed producentami współczesnych pojazdów. Na zwiększenie jego poziomu mają wpływ różnorodne, często innowacyjne, rozwiązania techniczne – w tym w dziedzinie oświetlenia pojazdu. W ostatnich latach można zaobserwować dynamiczny rozwój systemów oświetleniowych stosowanych w pojazdach, wykorzystujących jako źródła światła lampy wyładowcze, diody LED czy diody laserowe. Dzięki stosowanym rozwiązaniom możliwe jest zwiększenie zasięgu oświetlanego odcinka drogi przed pojazdem, dzięki czemu kierowca jest w stanie w lepszym stopniu rozpoznać sytuację drogową i zauważyć przeszkody z większej odległości - w stosunku do tradycyjnych (żarnikowych) źródeł światła. Rozwiązania tego typu są jednak jeszcze często dosyć drogie, co powoduje że w przeważającej większości stosowane są rozwiązania konwencjonalne.

Pomijając rodzaj zastosowanej technologii na poziom bezpieczeństwa podczas eksploatacji, kluczowe znaczenie mają właściwości świetlne źródeł światła, ich jakość oraz odporność na zużycie. Elementy podlegają procesom zużycia, które ograniczają ich właściwości. Utrzymanie wysokiej skuteczności układów oświetleniowych w trakcie użytkowania będzie zależało od rodzaju i jakości wykorzystanych części zamiennych. Nie można w tej kwestii pominąć również trwałości elementów reflektorów (odbłyśników i kloszy), które narażone są na korozyjne i erozyjne oddziaływanie środowiska, co także może wpływać na ograniczenie skuteczności systemów oświetleniowych.

1. WPLYW ZUŻYCIA ŹRÓDŁA ŚWIATŁA NA ROZKŁAD PLAMY ŚWIATEŁ MIJANIA

Typowymi objawami uszkodzonych żarówek są zmatowienie lub ciemnienie bańki żarówki, a także całkowite przepalenie się żarnika.

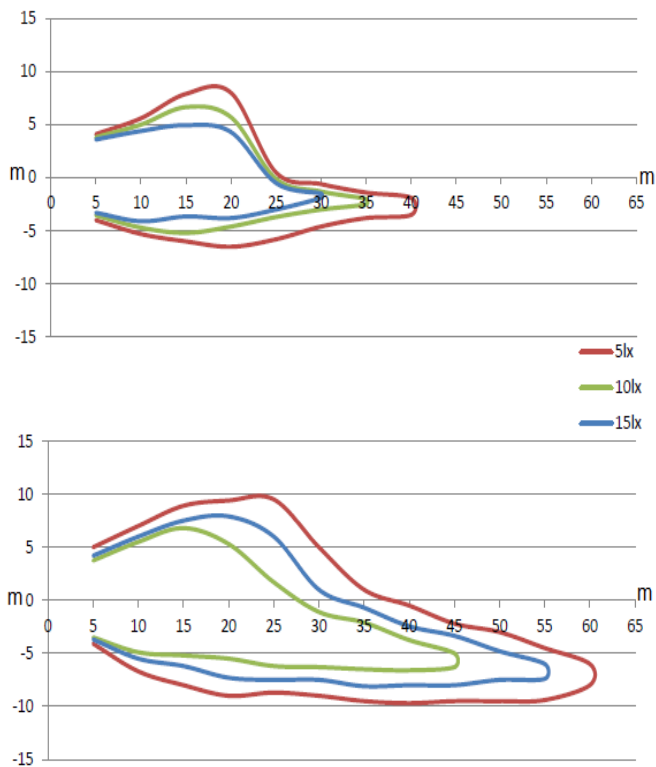
Skuteczność świetlna żarówek (również halogenowych) może zostać obniżona w wyniku wypalania się żarnika. W przypadku stwierdzenia któregośkolwiek z objawów wskazujących na zmniejszenie właściwości świetlnych, uszkodzone źródło światła należy wymienić na nowe, przy czym wymianie podlega również drugie źródło – nawet w sytuacji w której objawy takie nie zostały zauważone. W przeciwnym wypadku może wystąpić różnica w barwie emitowanego światła, która wynika z ich różnego stopnia „wyeksploatowania”, a także z jakości wykonania. Zasada ta dotyczy zarówno żarnikowych źródeł światła, lamp wyładowczych i diod LED.

Na rysunku 1 przedstawiono różnice temperatury barwowej światła emitowanego przez lampy wyładowcze. Lampa wyładowcza po lewej stronie patrząc z miejsca kierowcy jest lampą nową. Natomiast lampa wyładowcza po prawej stronie patrząc z miejsca kierowcy jest lampą eksploatowaną w długim okresie czasu.



Rys. 1. Różnice temperatury barwowej światła emitowanego przez lampy wyładowcze [7]

Na wykresach graficznych na rysunku 2 przedstawiono różnice rozkładzie plamy światła światła mijania reflektorów w których źródłem światła były lampy wyładowcze uszkodzone w wyniku „wypalania” się gazu w bańce (wykres górny) oraz wyposażonych w lampy nowe (wykres dolny). Można zauważyć wyraźne różnice w rozkładzie plam świetlnych, co bezpośrednio przekłada się na poziom bezpieczeństwa.



Rys. 2. Rozkład plamy światła mijania reflektorów wyposażonych w lampy wyładowcze zużyte (wykres górny) i nowe (wykres dolny)

Na wykresach graficznych na rysunku 2 przedstawiono różnice rozkładzie plamy światła światła mijania reflektorów w których źródłem światła były lampy wyładowcze uszkodzone w wyniku „wypalania” się gazu w bańce (wykres górny) oraz wyposażonych w lampy nowe (wykres dolny). Można zauważyć wyraźne różnice w rozkładzie plam świetlnych, co bezpośrednio przekłada się na poziom bezpieczeństwa.

2. USZKODZENIA EKSPLOATACYJNE ELEMENTÓW REFLEKTORÓW

Przyczyny zmniejszenia skuteczności oświetlenia mogą leżeć po stronie reflektorów i ich elementów. Do najczęściej występujących zaliczyć można zmniejszenie przepuszczalności klosza lamp w wyniku zmatowienia, zmatowienie lub korozja odbłyśników, a także zanieczyszczenie szkła reflektorów. Wszystkie te czynniki w bardzo dużym stopniu ograniczają zakres widoczności w warunkach nocnych.

Zużycie klosza reflektorów wpływa na ograniczenie przepuszczalności światła, a także jego rozproszenie, co może prowadzić do efektu podobnego do oświetlenia drogi w warunkach zamglenia. Zmatowienie, zmętnienie reflektorów spowodowane jest głównie z powodu erozji wywołanej przez zanieczyszczenia stałe, fragmenty kamieni i piasek, uderzające w nie w trakcie jazdy. Reflektory ulegają matowieniu (Rys.6.3) i mętnieniu również pod wpływem światła słonecznego - głównie promieniowania UV. Na reflektor destruktywnie oddziałuje promieniowanie UV wskutek czego ulega degradacji powierzchnia poliwęglanu, z którego wykonywane są współczesne klosze. Efektem jest żółknięcie i mętnienie jego powierzchni. [7] Jako kolejną przyczynę uszkodzeń klosza reflektorów mogą być zarysowania powstałe wskutek nieprawidłowego czyszczenia reflektorów, np. usuwania kurzu, błota i soli suchą ścierką, lub ręcznikiem papierowym. Do uszkodzeń prowadzić mogą również drobne kolizje czy otarcia. Uszkodzenia klosza reflektorów, a także jego zanieczyszczenie może ograniczać transmisję światła nawet o kilkadziesiąt procent. Poza zmniejszeniem ilości światła, zniekształcony zostaje strumień

światła, co wpływa na słabą widoczność i oślepienie innych użytkowników ruchu drogowego. [7] Przykład zużytego klosza reflektora pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Przykład zużytego klosza reflektora [6]

Jako kolejną przyczynę zmniejszenia skuteczności oświetlenia można wymienić zmatowienie, korozję, lub nawet przepalenie odbłyśników. Jako przyczynę uszkodzeń tego typu można wymienić zastosowanie przez użytkowników żarówek o niskiej jakości, które mogą prowadzić do zużycia ciepłego i uszkodzenia powłoki odbłyśników. Większość żarówek słabej jakości nie posiada zabezpieczenia w postaci filtra UV. Promieniowanie UV w znacznym stopniu niszczy elementy wykonane z tworzyw. Dodatkowo problem z odbłyśnikami może pojawić się gdy reflektory zostają rozszczelnione. W efekcie tego do środka reflektora dostają się woda, sól oraz inne agresywne środki, które niszczą odbłyśniki. W przypadku gdy wykonane są one z metalu, może prowadzić to do korozji. Naprawa tego elementu może być bardzo kosztowna. W niektórych przypadkach lepszym rozwiązaniem jest kupno nowego reflektora. Na rysunku 4 pokazano przykładowe uszkodzenie odbłyśników.



Rys. 4. Przykładowe uszkodzenie odbłyśników [8]

3. GENEZA I METODYKA BADAŃ

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań, których celem było wykazanie związku pomiędzy stanem technicznym klosza reflektorów i rodzajem wykorzystanych źródeł światła, a rozkładem plamy światła mijania. Badaniu poddano samochód osobowy Audi A6 (rok produkcji 2000), który był wyposażony w reflektory wykorzystujące jako źródło światła żarówki halogenowe H1. Klosze reflektorów w tym pojeździe posiadały widoczne ślady zużycia w postaci śladów zarysowań i zmatowienie całej powierzchni. Uszkodzenia kloszy reflektorów tego typu były typowe dla pojazdów produkowanych przez koncern Volkswagen Audi pod koniec ubiegłego stulecia (podobny problem dotyczył samochodów Toyota Avensis). W reflektorach za-

montowano żarówki typu H1 pięciu różnych producentów, które zakupione były w sieci stacji paliw, niektóre z nich posiadały oznaczenia wskazujące na to, że charakteryzują się ulepszoną konstrukcją. Z uwagi na charakter badania w niniejszym artykule nie identyfikowano producentów i nie podano pełnego brzmienia nazw handlowych żarówek. Jednym z kryteriów rozróżnienia wykorzystanych żarówek była cena. Mieściła się ona w zakresie 16-70 zł. W celu identyfikacji poszczególnych źródeł światła wykorzystane zostały kolejne litery alfabetu A-E. Koszt zakupu żarówki A wyniósł 16 zł. Koszt zakupu żarówki B wyniósł 20 zł. Koszt zakupu żarówki C wyniósł 22 zł (żarówka C nie posiadała homologacji i sprzedawana była jako imitująca lampę wyładowczą). Koszt zakupu żarówki D wyniósł 35 zł. Koszt zakupu żarówki E wyniósł 70 zł. Żarówki D i E posiadały oznaczenie wskazujące na wykorzystanie w ich konstrukcji rozwiązań zwiększających zasięg świecenia względem żarówek „typowych” (tj. A i B). Żarówka E markowana była logo uznanego producenta oświetlenia.

Badanie podzielono na dwa etapy:

- w pierwszym - badaniu poddano pięć zestawów żarówek zamontowanych w reflektorach wyposażonych w zmatowiałe i mało przejrzyste klosze,
- w drugim - badaniu poddano pięć zestawów żarówek zamontowanych w reflektorach wyposażonych w klosze zregenerowane i przejrzyste.

Regeneracja kloszy polegała na poddaniu ich profesjonalnemu polerowaniu, przy wykorzystaniu specjalistycznych środków. Na rysunku 5 przedstawiono wygląd zewnętrzny klosza uszkodzonego oraz jego stopień przejrzystości. Na rysunku 6 przedstawiono wygląd zewnętrzny klosza zregenerowanego oraz jego stopień przejrzystości. Stopień przejrzystości zilustrowano zdjęciem wykonanym przez endoskop techniczny, którego obiektyw umieszczono w gnieździe żarówki. Osoba widoczna na rysunkach 5 i 6 ilustrujących przejrzystość klosza, znajdowała się w odległości 5m od reflektora. Widoczny w tle budynek gospodarczy znajdował się w odległości około 25m od reflektora.



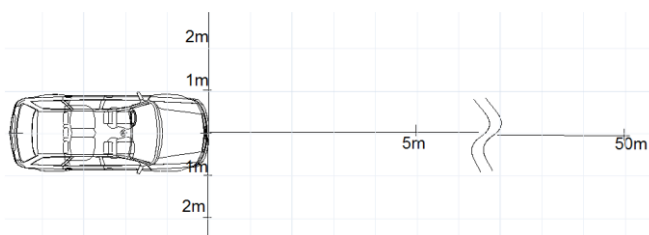
Rys. 5. Stan i przejrzystość klosza przed regeneracją



Rys. 6. Stan i przejrzystość klosza po regeneracji

Badanie rozkładu plamy światła mijania przeprowadzono na stanowisku pomiarowym o wymiarach 40x80m. Jego powierzchnię stanowiła sucha asfaltowa nawierzchnia. Badania przeprowadzono w porze nocnej. Pomiary zostały przeprowadzone przy dobrej pogodzie, przy małym zachmurzeniu i dużej przejrzystości powietrza. Na wydzielonym obszarze pomiarowym wydzielono układ współrzędnych w obrębie którego dokonywano pomiarów natężenia światła. Wykorzystano w tym celu czujnik, który umieszczony był na wysokości około 5 cm ponad poziomem podłoża, skierowany w stronę źródła światła. Wyniki pomiarów zapisywano na specjalnym formularzu. Na podstawie zgromadzonych danych wykreślono następnie wykresy

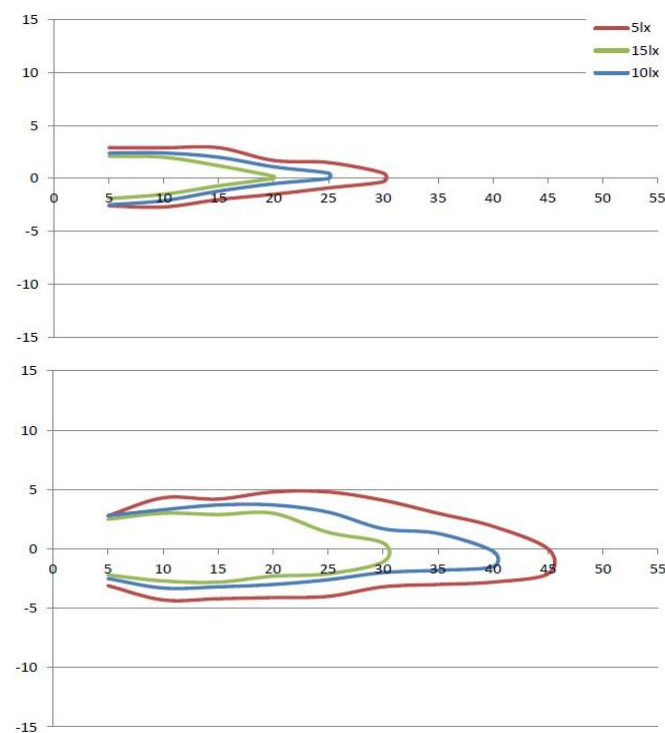
obszarów o granicach natężenia światła 15 lx, 10 lx i 5 lx. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rysunku 7. Zgodnie z danymi literaturowymi zauważenie obiektu z miejsca kierowcy w warunkach nocnych możliwe jest po oświetleniu go światłem o natężeniu min. 10 lx [2].



Rys. 7. Schemat stanowiska pomiarowego

4. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 8-12. Na każdym z rysunków, w jego górnej części, umieszczono rozkład plamy światła mijania emitowanych przez reflektory, w których klosz był zużyty (przed regeneracją). W dolnej części rysunków znajduje się rozkład plamy światła mijania emitowanych przez sprawne i przejrzyste reflektory (po regeneracji).

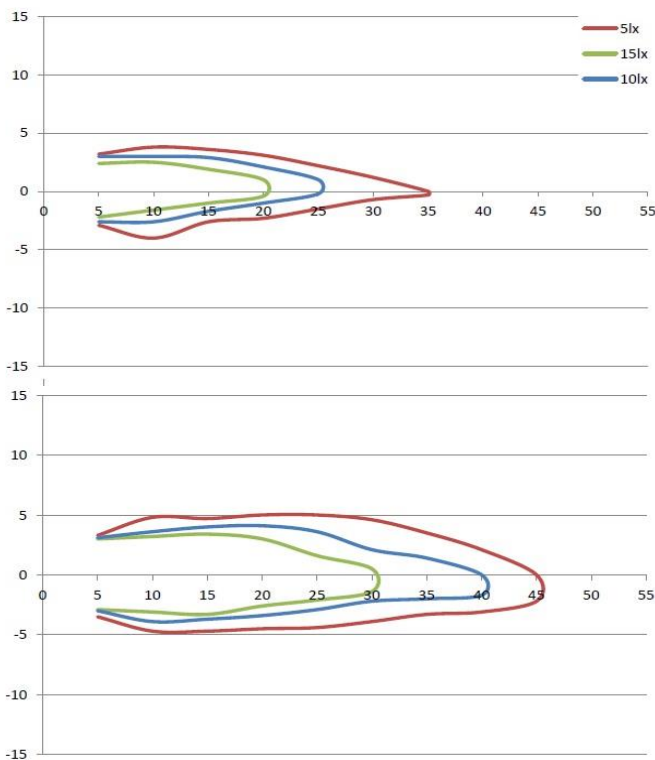


Rys. 8. Rozkład plamy światła mijania emitowany przez reflektory w których zamontowane były żarówki A

Na rysunku 8 przedstawiono rozkład plamy światła mijania w których źródłem światła były żarówki oznaczone jako A (koszt zakupu 16zł). Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx emitowanego przez reflektor uszkodzony wyniósł 25 m. Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx dla reflektora regenerowanego wyniósł 40 m. Najszersza plama emitowana przez reflektor uszkodzony występowała w odległości około 10 m od przodu pojazdu i wynosiła około 4,5m. Obszar plamy o największej szerokości dla reflektora regenerowanego znajdował się w odległości 20 m od przodu pojazdu i był równy 6,7 m. W przypadku plamy światła mijania reflektora uszko-

dzonego, zwężanie plamy światła przebiegało po lewej i prawej stronie pojazdu - tzn. plama zwężała się z lewej i prawej strony do środka jego osi wzdłużnej. Plama świetlna w przypadku reflektora regenerowanego nie zwężała się od strony prawej w znacznym stopniu, za po stronie lewej ulegała stopniowemu zawężeniu do środka osi pojazdu od około 25m przed pojazdem. Rozkład plamy świetlnej przy reflektorze regenerowanym miał przebieg zapobiegający oślepieniu kierowców innych pojazdów.

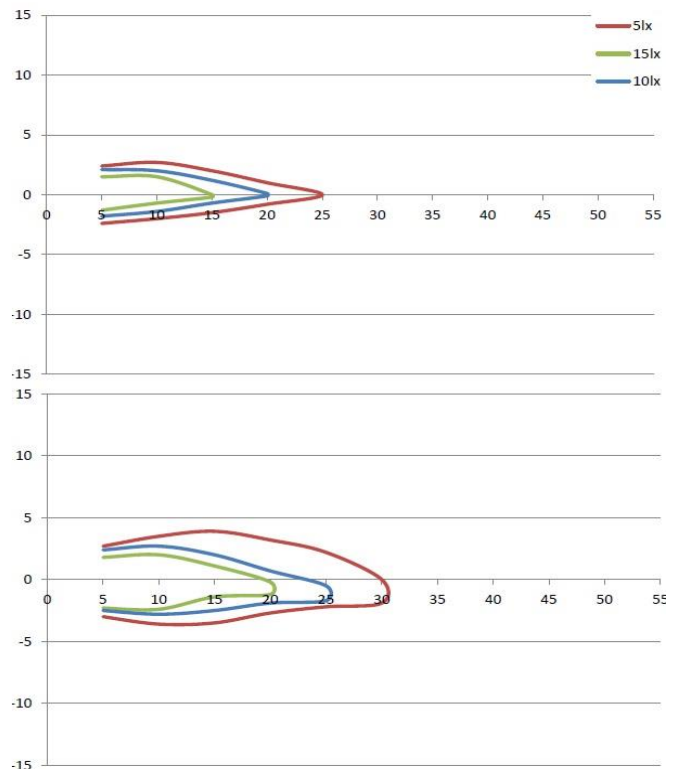
Na rysunku 9 przedstawiono rozkład plamy światła mijania w których źródłem światła były żarówki oznaczone jako B (koszt zakupu 20zł). Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx emitowanego przez reflektor uszkodzony wynosił 25 m. Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx dla reflektora regenerowanego wynosił 40 m. Najszersza plama emitowana przez reflektor uszkodzony występowała w odległości około 15 m od przodu pojazdu i wynosiła około 5,6m. Obszar plamy o największej szerokości dla reflektora regenerowanego znajdował się w odległości 20 m od przodu pojazdu i był równy 7,7 m. W przypadku plamy światła mijania reflektora uszkodzonego, zwężanie się plamy światła przebiegało po lewej i prawej stronie podobnie, jednak plama światła z prawej strony w odległości 15 m zwężała się do osi wzdłużnej pojazdu nieco szybciej niż w przypadku strony lewej. Zauważono, że lewa strona plamy świetlnej emitowanej przez regenerowane reflektory ulegała zwężeniu do środka osi pojazdu dopiero ok. 35 m od pojazdu. Prawa strona plamy świetlnej przy naprawionym reflektorze nie ulegała zwężeniu w znacznym stopniu, co ma wpływ na lepsze oświetlenie prawej strony jezdni i pobocza.



Rys. 9. Rozkład plamy światła mijania emitowany przez reflektory w których zamontowane były żarówki B

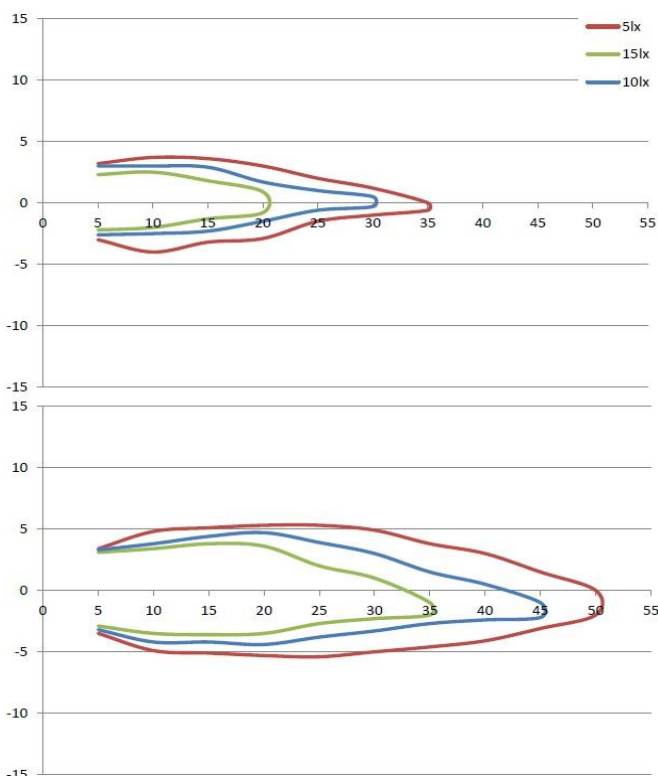
Na rysunku 10 przedstawiono rozkład plamy światła mijania w których źródłem światła były żarówki oznaczone jako C (koszt zakupu 22zł). Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx emitowanego

przez reflektor uszkodzony wynosił 20 m. Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx dla reflektora regenerowanego wynosił 25 m. Najszersza plama emitowana przez reflektor uszkodzony występowała w odległości około 5 m od przodu pojazdu i wynosiła około 3,9m. Obszar plamy o największej szerokości dla reflektora regenerowanego znajdował się w odległości 10 m od przodu pojazdu i był równy 5,5 m. W przypadku plamy oświetlenia emitowanej przez reflektor uszkodzony, zwężanie plamy światła przebiegało po lewej i prawej stronie praktycznie w taki sam sposób. Zauważono, że plama światła ma ostry, wąski strumień, co wpływa na bardzo słabe oświetlenie drogi. Plama świetlna emitowana przez reflektor regenerowany nie zwężała się od strony prawej w znacznym stopniu, za to po stronie lewej ulegała ewidentnemu zwężeniu do środka od około 25m, co wskazuje na prawidłowe oświetlenie jezdni przez reflektory.

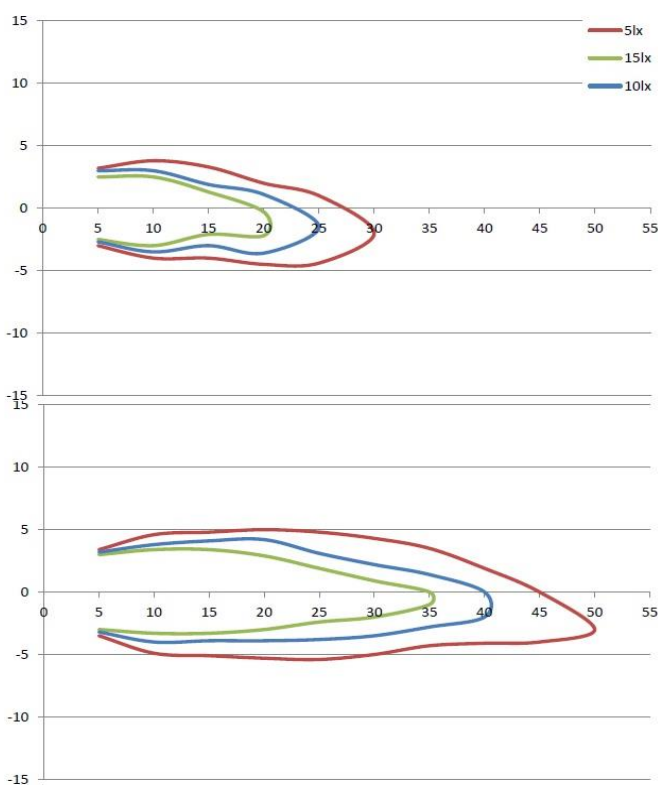


Rys. 10. Rozkład plamy światła mijania emitowany przez reflektory w których zamontowane były żarówki C

Na rysunku 11 przedstawiono rozkład plamy światła mijania w których źródłem światła były żarówki oznaczone jako D (koszt zakupu 35zł). Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx emitowanego przez reflektor uszkodzony wynosił 30 m. Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx dla reflektora regenerowanego wynosił 45 m. Najszersza plama emitowana przez reflektor uszkodzony występowała w odległości około 5 m od przodu pojazdu i wynosiła około 5,5m. Obszar plamy o największej szerokości dla reflektora regenerowanego znajdował się w odległości 20 m od przodu pojazdu i był równy 9,1 m. W przypadku plamy emitowanej przez reflektor uszkodzony, zwężanie się plamy światła przebiegało bardzo szybko. Strumień światła był wąski, co zapewnia ograniczone pole widzenia. Plama światła przy reflektorze regenerowanym ma dobry rozkład granic światła o natężeniu 10 lx. Lewa strona plamy była odpowiednio skrócona w porównaniu do prawej, umożliwiając bardzo dobre oświetlenie przed pojazdem na całej długości plamy i pozwalające na uniknięcie oślepienia kierowcy z pojazdu nadjeżdżającego z przeciwka.



Rys. 11. Rozkład plamy światła mijania emitowany przez reflektory w których zamontowane były żarówki D



Rys. 12. Rozkład plamy światła mijania emitowany przez reflektory w których zamontowane były żarówki E

Na rysunku 12 przedstawiono rozkład plamy światła mijania w których źródłem światła były żarówki oznaczone jako E (koszt zakupu 70zł). Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx emitowanego przez reflektor uszkodzony wynosił 25 m. Zasięg plamy światła mijania o natężeniu 10 lx dla reflektora regenerowanego wynosił 40 m.

Najszerza plama emitowana przez reflektor uszkodzony występowała w odległości około 10 m od przodu pojazdu i wynosiła około 6,5m. Obszar plamy o największej szerokości dla reflektora regenerowanego znajdował się w odległości 20 m od przodu pojazdu i był równy 8,1 m. W przypadku plamy oświetlenia reflektorami uszkodzonymi, zwężanie się plamy światła przebiegało powoli ukierunkowując plamę światła na prawą stronę od osi wzdłużnej pojazdu. Plama światła przy reflektorze regenerowanym ma dobry rozkład granic natężenia 10 lx, lewa strona odpowiednio skrócona w porównaniu do prawej, co umożliwia bardzo dobre oświetlenie przed pojazdem, na całej długości oświetlonego obszaru i pozwalające na uniknięcie oślepienia kierowcy z pojazdu nadjeżdżającego z przeciwnika. Dodatkowo przy reflektorze regenerowanym na 20 m z lewej strony zaczyna się widoczne załamanie granicy natężenia 10 lx, ukierunkowujące lewą stronę plamy światła do środka osi wzdłużnej pojazdu.

WNIOSKI

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały wpływ stanu klosza na zasięg pola przed pojazdem oświetlanego światłami mijania. W przypadku kloszy reflektorów zmatowiałych i porysowanych obszar oświetlany światłem o natężeniu minimum 10 lx był mniejszy w porównaniu do kloszy poddanych regeneracji - która przywróciła ich przejrzystość. Dla każdej z badanych żarówek posiadających świadectwo homologacji (A, B, D, E) zasięg w takim przypadku był większy o 15m (w porównaniu do przypadku w którym klosze były uszkodzone). Taka wartość różnicy zasięgu plamy światła mijania można odnieść do czasu jakim dysponuje kierowca na podjęcie manewrów obronnych - po zauważeniu przeszkody w światłach mijania pojazdu. Przyjmując, że porusza się on z prędkością 90km/h uzyskuje on dodatkowo 0,6s czasu na wykonanie manewru. W przypadku gdyby poruszał się z prędkością 70km/h, to uzyskałby dodatkowo około 0,8s. Wartości te stanowią około połowę wartości średnio-statystycznego czasu reakcji kierowców reagujących na niespodziewany bodziec sytuacyjny [1]. W sytuacjach krytycznych taka dodatkowa wartość czasu może mieć istotne znaczenie dla uniknięcia wypadku. Analiza wykazała także, że stan kloszy reflektorów ma wpływ na szerokość obszaru objętego przez światła mijania pojazdu. W przypadku kloszy o dobrej przejrzystości obszar krawędzi pasa ruchu (i jezdni) był oświetlany w stopniu lepszym - w porównaniu do kloszy zużytych - i był szerszy w większej odległości od pojazdu. Taki sposób oświetlenia przedpola umożliwia kierowcy w warunkach nocnych wcześniejsze zauważenie pieszych i rowerzystów. W przypadku zmatowienia kloszy reflektorów stosowanie żarówek H1 lepszej jakości tylko w niewielkim stopniu przyczynia się do zwiększenia zasięgu światła mijania i do poprawy widoczności obszaru przed pojazdem.

Istotny wniosek można sformułować na podstawie analizy plamy rozkładu światła mijania emitowanych przez żarówki oznaczone w badaniach literą C. Żarówki te imitowały lampy wyładowcze. Imitacja polegała na emitowaniu światła o podobnej barwie do lamp wyładowczych. Żarówki te nie posiadały ponadto homologacji. W ich przypadku skuteczny zasięg światła mijania był najmniejszy i nie odpowiadał wymaganiom określonym w wymaganiach technicznych dot. stanu technicznego pojazdu [3, 4, 5] - niezależnie od stanu kloszy reflektorów. Wyniki badań w tym przypadku wskazują poziom zagrożenia bezpieczeństwa ruchu drogowym, jaki stanowią pojazdy wyposażone w takie źródło światła. W porównaniu do minimalnego zasięgu oświetlenia drogi przez pojazdem (40m) skuteczny zasięg w tym przypadku - dla kloszy o dobrej przejrzystości - był o 15m mniejszy od wymaganego. Taka wartość pozwala na sformułowanie twierdzenia, że pojazdy wyposażone w takie źródła światła stwarzają realne zagrożenie w ruchu drogowym.

BIBLIOGRAFIA

1. Unarski Jan „Czas reakcji kierowców - standardy a rzeczywistość” - czasopismo „Paragraf na drodze” nr 6-7/1999
2. Praca zbiorowa „Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego” wyd. IES 2006
3. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym (Dz.U. 1997 nr 98 poz. 602)
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz.U. 2015 poz. 305)
5. Rozporządzenie ministra transportu, budownictwa i gospodarki morskiej z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach (Dz. U. poz. 996)
6. <http://www.audiklub.org/>, dostęp 21.05.2016
7. <http://www.matowereflektory.pl>, dostęp 18.05.2016
8. <http://www.wykop.pl>, dostęp 22.05.2016

Quality of light sources and technical status of headlamps and its impact to distribution of passing beam stain

The article discusses the results of the study of the comparison of dipped headlamps emitted by automotive headlamps. Different types of H1 lamps and headlamps in different technical condition are included in the study. In the first case, headlamps were used in which the surface of the lens was worn in a manner that reduced transparency. In the second case, headlamps were used in which the surface of the lens was clear and not worn out.

Autorzy:

dr inż. **Sławomir Tarkowski** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów Samochodowych, s.tarkowski@pollub.pl

mgr inż. **Paweł Bieniek**

dr hab. inż. **Krzysztof Górski**, prof. nadzw. - Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu