
4. Oświetlenie pojazdów samochodowych

4.1. Wiadomości wstępne

Źródła światła w pojazdach samochodowych są przeznaczone do oświetlania drogi przed i za pojazdem, do oświetlania jego wnętrza oraz do sygnalizacji. Są również elementem bezpieczeństwa czynnego w ciemnościach utrudniających dobrą widoczność.

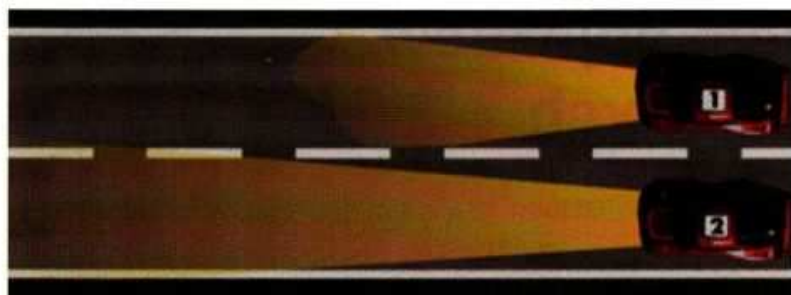
Zadaniem oświetlenia jest umożliwienie jazdy w nocy z prędkością dostosowaną do zasięgu świateł i widzialności. Oświetlenie ułatwia prowadzenie pojazdu w porze nocnej, zmniejszając wysiłek psychiczny i zmęczenie wzroku w czasie długotrwałej jazdy przy pogorszonej widoczności. Ponadto musi zapewnić jak największe bezpieczeństwo nie tylko pojazdów oświetlonych, ale również innych, nieoświetlonych użytkowników drogi. Z tego względu światła pojazdów samochodowych muszą być tak skonstruowane, aby nie powodowały olśnienia użytkowników dróg, zwłaszcza kierowców pojazdów nadjeżdżających z przeciwnego kierunku.

4.2. Parametry techniczne, budowa i działanie reflektorów głównych

Do oświetlania drogi przed pojazdem są przeznaczone światła główne, składające się ze świateł drogowych oraz świateł mijania. Głównym zadaniem tych świateł jest optymalne oświetlenie drogi, tak aby widoczność była jak najlepsza. Widoczność jest określana odległością, z której na drodze i poboczu można rozróżnić ludzi i obiekty. Ponadto światła przednie muszą mieć duży zasięg, ponieważ są znakiem rozpoznawczym dla innych uczestników ruchu drogowego. Pod pojęciem zasięgu świateł głównych należy rozumieć odległość, z której sygnał świetlny jest jeszcze widoczny.

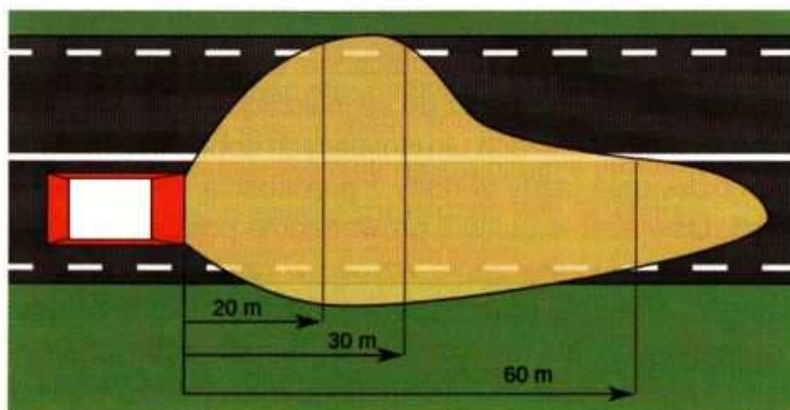
Aby światła główne gwarantowały odpowiednią widoczność i zasięg, światła drogowe powinny oświetlać drogę przed pojazdem na odległości nie mniejszej niż 100 m i powinny być symetryczne względem podłużnej osi pojazdu (rys. 4.1). Ze względu na zasięg światła drogowe są bardzo często nazywane światłami długimi lub szosowymi.

Światła drogowe mogą być używane jedynie w porze nocnej, od zmierzchu do świtu, na nieoświetlonych odcinkach drogi, kiedy nie powodują olśnienia (oślepienia) innych użytkowników drogi, a w szczególności pieszych.



Rys. 4.1. Pojazd (1) oświetla drogę asymetrycznymi światłami mijania dla ruchu prawostronnego, a pojazd (2) ma włączone symetryczne światła drogowe

Światła mijania oświetlają drogę przed pojazdem asymetrycznie, tak aby nie powodować oślepienia ani dyskomfortu kierowców pojazdów nadjeżdżających z przeciwka oraz nie oślepiać kolumn pieszych. Zasięg światła mijania nie może być mniejszy niż 40 m (rys. 4.2).



Rys. 4.2. Droga oświetlona przez asymetryczne światła mijania przystosowane do ruchu prawostronnego

Od 2007 roku wszystkie pojazdy samochodowe poruszające się na terenie Polski muszą mieć włączone światła mijania w dzień, jeśli nie są wyposażone w światła do jazdy dziennej. Od zmierzchu do świtu na terenie niezabudowanym światła mijania mogą być włączone łącznie lub zamiennie ze światłami drogowymi.

Światła do jazdy dziennej są przeznaczone do jazdy przy dobrej przejrzystości powietrza od świtu do zmierzchu. Ich intensywność jest dużo mniejsza od intensywności światła mijania. Od 7 lutego 2011 roku, zgodnie z Dyrektywą 2008/89/WE, wszystkie nowe modele pojazdów samochodowych o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 tony sprzedawane na terenie Unii Europejskiej są obowiązkowo wyposażone w światła do jazdy dziennej.

Niezależnie od poboru mocy i zasady działania światła pojazdów mechanicznych charakteryzują następujące parametry: natężenie światła (światłość), natężenie oświetlenia oraz wydajność świetlna.

Jednostką natężenia światła jest kandela (cd). Określa ona jasność źródła światła, np. żarówki, lampy wyładowczej lub diody świecącej LED.

Natężenie oświetlenia jest parametrem charakteryzującym jasność oświetlenia powierzchni. Zależy ono od strumienia źródła światła, którego jednostką jest lumen (lm). Strumień określa całkowitą moc światła emitowanego z danego źródła światła, w zakresie długości fal światła widzialnego, wywołującą określone wrażenie wzrokowe.

Natężenie oświetlenia jest gęstością strumienia światła danego źródła i jest określone liczbą lumenów przypadającą na 1 metr kwadratowy. Jednostką natężenia oświetlenia jest luks (lx), $1 \text{ lx} = \frac{1 \text{ lm}}{1 \text{ m}^2}$.

Ostatnim parametrem charakteryzującym światła samochodowe jest wydajność świetlna mierzona w lumenach na wat (lm/W) i charakteryzująca techniczną skuteczność źródła światła.

Liczba świateł drogowych pojazdów w samochodach (z wyjątkiem jednośladów) musi być parzysta i nie większa niż cztery. Zgodnie z obowiązującymi przepisami łączne natężenie światła musi mieć wartość w przedziale 30...225 kcd.

Różnica natężenia każdej pary świateł nie może być większa niż:

- 30% wartości natężenia większego, gdy wartość tego natężenia przekracza 40 kcd;
- 50% wartości natężenia większego nieprzekraczającego 40 kcd.

Wartości minimalnego natężenia oświetlenia drogi przed pojazdem z włączonymi światłami drogowymi są następujące:

- 16 lx dla pojazdów samochodowych wyposażonych w światła symetryczne lub asymetryczne oraz dla motocykli lub jednośladów nieprzekraczających prędkości 40 km/h,
- 32 lx dla pojazdów samochodowych ze światłami symetrycznymi o maksymalnej prędkości większej niż 40 km/h (z wyjątkiem małych motocykli),
- 48 lx dla halogenowych świateł drogowych z żarówkami dwuwłóknowymi typu H4 lub z żarówkami jednowłóknowymi H1 i H3.

Światła główne (przednie), niezależnie od rodzaju wykorzystywanych źródeł światła zawierają w jednej obudowie światło drogowe oraz światło mijania. Jeśli jako źródło światła są stosowane żarówki dwuwłóknowe, to oba światła wykorzystują ten sam reflektor (rys. 4.3).

Stosowanie dla obu świateł odrębnych żarówek wymaga zamontowania w obudowie świateł głównych dwóch reflektorów. Dodatkowo w tej obudowie są również montowane kierunkowskazy przednie (rys. 4.4).

W światłach głównych z dwoma odrębnymi reflektorami światło mijania jest zamontowane zawsze między kierunkowskazem i światłem drogowym.



Rys. 4.3. Jeden reflektor dla światła drogowego oraz dla światła mijania



Rys. 4.4. Światło mijania oraz światło drogowe mają odrębne reflektory

Zadaniem każdego reflektora świateł głównych jest ukierunkowanie i skupienie promieni świetlnych emitowanych przez źródło światła umieszczone w jego ognisku, tak aby przy zadanej mocy źródła uzyskać jak największy zasięg i natężenie oświetlenia drogi przed pojazdem. Jednocześnie światło emitowane przez reflektor (reflektory) świateł głównych nie mogą oślepiać użytkowników drogi nadjeżdżających z przeciwnego kierunku.

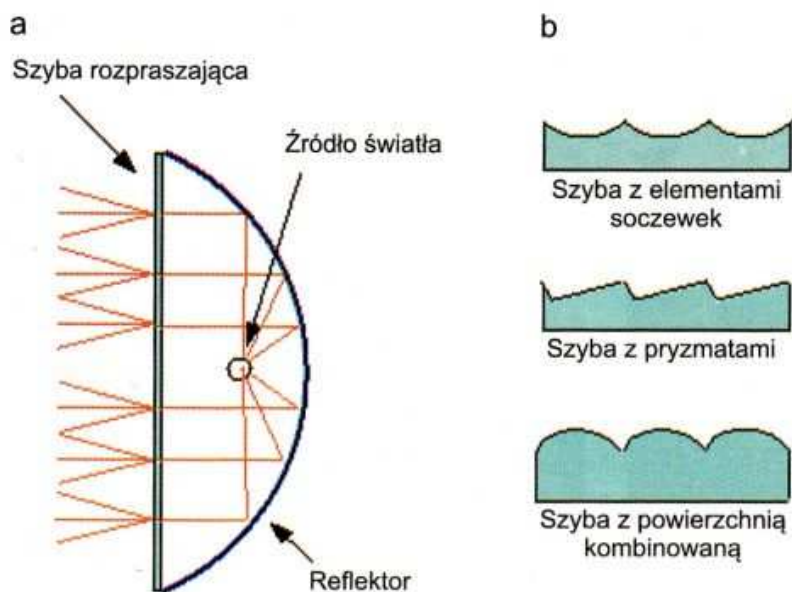
Dawne konstrukcje samochodowych świateł głównych wykorzystywały reflektory paraboliczne (rys. 4.5), których wnętrze było powierzchnią lustrzaną formującą światło żarówki w równoległą wiązkę. Wydajność takich reflektorów była proporcjonalna do ich średnicy, ograniczonej wzornictwem pojazdu.

W celu ukształtowania wiązki świetlnej padającej na drogę przed pojazdem, odpowiednio do przeznaczenia światła, przed reflektorem jest umieszczana tzw. ryflowana szyba rozpraszająca. Szyba ta rozprasza lub skupia promieniowanie emitowane przez reflektor za pośrednictwem soczewek, pryzmatów lub zespołów pryzmatów i soczewek umieszczonych od strony źródła światła (rys. 4.5).

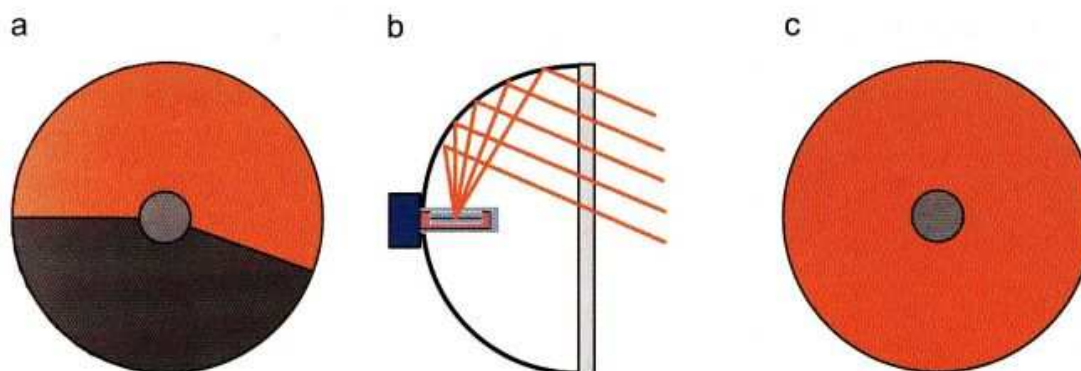
W reflektorach parabolicznych przeznaczonych do żarówek dwuwłóknowych lustro reflektora składa się z dwóch wycinków paraboli o różnych ogniskowych. Dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu źródła światła wykorzystanie powierzchni lustra zależy od rodzaju włączonego światła. Przy włączonym świetle mijania źródło światła oświetla górną część lustra, które kieruje promienie świetlne do dołu, na drogę przed pojazdem. Widok z przodu i przekrój boczny reflektora parabolicznego dwufunkcyjnego z włączonym światłem mijania przedstawiono na rys. 4.6a i b. Po włączeniu światła drogowego źródło światła oświetla całą powierzchnię lustra, zwiększając natężenie światła oraz zasięg reflektora.

Reflektor paraboliczny z żarowym źródłem światła wykorzystuje światło tego źródła tylko w 27%.

W celu polepszenia właściwości aerodynamicznych współczesne pojazdy samochodowe mają małe powierzchnie czołowe. Takie rozwiązanie konstrukcyjne wy-



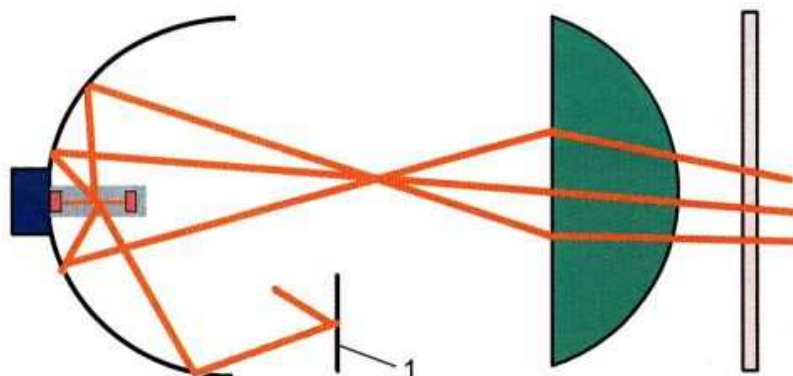
4.5. Reflektor (a) z szybą rozpraszającą (b) [39]



Rys. 4.6. Reflektor paraboliczny dwufunkcyjny z włączonym światłem mijania; widok z przodu (a), widok z boku (b) oraz widok z przodu po włączeniu światła drogowego (c) [39]

maga zmniejszenia powierzchni czołowej światła głównych. Zmniejszenie powierzchni reflektorów parabolicznych powoduje zmniejszenie wydajności świetlnej tych reflektorów. Dlatego w nowszych pojazdach reflektory paraboliczne zastąpiono reflektorami projekcyjnymi, oznaczanymi symbolem PES (ang. *Poly-Elipsoid System* – reflektor polielipsoidalny).

W reflektorach PES odbłyśnik jest zmniejszony do minimum, a charakterystykę strumienia świetlnego emitowanego przez reflektor określa soczewka, która zastąpiła szybę rozpraszającą. Działanie reflektora projekcyjnego wyjaśniono na rys. 4.7.



Rys. 4.7. Zasada działania reflektora projekcyjnego (PES) [39]

1 – przysłona mechaniczna

Reflektor PES działa podobnie jak rzutnik do slajdów. Odbłyśnik tego reflektora jest elipsoidą obrotową, która ma dwa ogniska. Promienie świetlne źródła światła umieszczonego w jednym ognisku po odbiciu od powierzchni lustra (odbłyśnika) przechodzą przez drugie ognisko, tworząc rozproszony strumień świetlny. Strumień ten jest skupiany za pomocą soczewki płasko-wypukłej umieszczonej za drugim ogniskiem elipsoidalnego odbłyśnika. Granicę światła i cienia wymaganą dla światła mijania uzyskuje się za pomocą mechanicznej przysłony umieszczonej między odbłyśnikiem i soczewką, przed drugim ogniskiem elipsoidy (rys. 4.7). W reflektorach typu PES stosuje się jednowłóknowe źródło światła, a szyba umieszczona przed soczewką jest gładka (rys. 4.8). Reflektor projekcyjny wykorzystuje 35% światła emitowanego przez żarówkę.

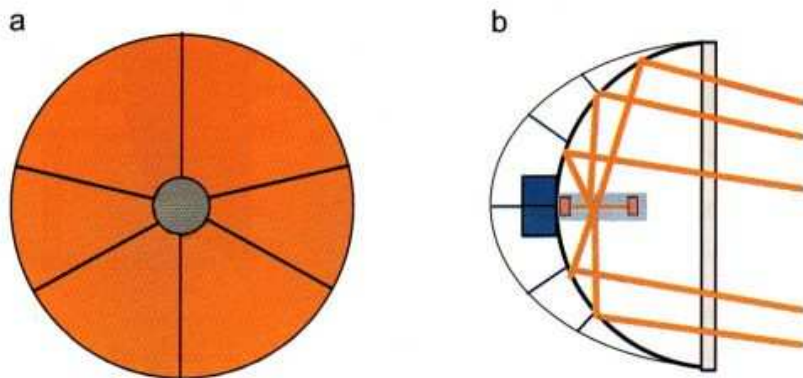


Rys. 4.8. Lewe światło przednie z projekcyjnym światłem mijania (ramka niebieska)

Rozwój techniki komputerowej spowodował, że rolę szyby rozpraszającej przejął odbłyśnik reflektora o odpowiednim kształcie. W takich reflektorach zamiast grubej szyby ryflowanej można stosować szybę gładką. Taki sposób projektowania kształtu odbłyśników reflektorów samochodowych jest nazywany techniką pól swobodnych i oznaczony skrótem FF (ang. *Free Fields* lub *Free Forms*). Stosowanie techniki FF pozwala na zmniejszenie strat strumienia świetlnego w szkłe ryflowanym

i uzyskanie estetycznego wyglądu reflektora, dzięki zastosowaniu plastikowej szyby gładkiej o kształcie dopasowanym do sylwetki pojazdu. Nieregularne (swobodne) ułożenie elementów odbłyśnika daje 45-procentowe wykorzystanie strumienia świetlnego emitowanego przez źródło światła.

Powierzchnia lustra reflektorów zaprojektowanych techniką pól swobodnych (FF) jest podzielona na wiele elementów (pól) o kształcie wybranej przestrzennej formy geometrycznej (np. paraboloidy), uformowanych odpowiednio do kształtu obszaru jezdni oświetlanej przez reflektor przed pojazdem. Granicę światła i cienia dla światła mijania takiego reflektora uzyskuje się przez horyzontalne ułożenie części elementów odbłyśnika reflektora (rys. 4.9).



Rys. 4.9. Światło mijania typu FF; widok z przodu (a) oraz przekrój (b) [39]

Technika FF pozwoliła na opracowanie przednich reflektorów całopowierzchniowych, w których światło mijania oraz drogowe wyposażono w odbłyśniki (lustra) zaprojektowane metodą pól swobodnych (rys. 4.10). Każde światło jest wyposażone w źródło światła z jednym włóknem.

Obecnie w reflektorach głównych (przednich) są wykorzystywane dwa rodzaje źródeł światła: żarowe halogenowe oraz wyładowcze.

Do działania żarówek halogenowych, podobnie jak żarówek zwykłych, wykorzystuje się przepływ prądu elektrycznego przez wolframową skrętkę umieszczoną w bańce szklanej wypełnionej gazem obojętnym, o ciśnieniu mniejszym od ciśnienia

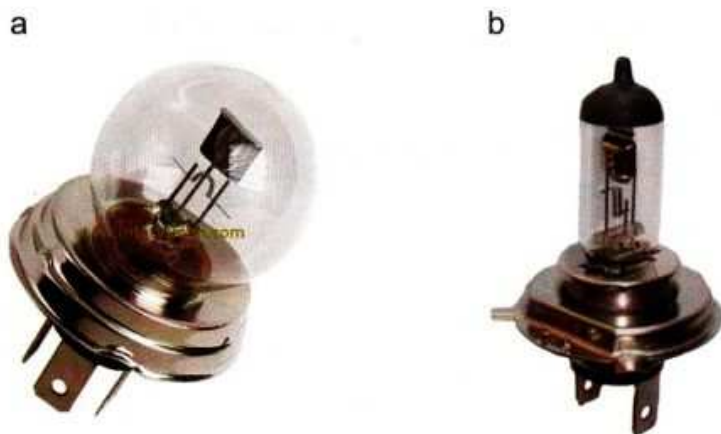


Rys. 4.10. Reflektor przedni całopowierzchniowy z odbłyśnikami typu FF

atmosferycznego. W porównaniu z żarówkami tradycyjnymi charakteryzują się one większą trwałością oraz korzystniejszą barwą światła.

W typowych żarówkach wysoka temperatura skrętki powoduje, że wolfram, z którego jest ona wykonana, paruje i osadza się wewnątrz bańki szklanej, powodując jej ciemnienie. Skutkiem tego jest zwiększające się z upływem czasu zmniejszenie ilości światła emitowanego przez żarówkę. Ponadto z upływem czasu żarnik zmniejsza swoją średnicę i na koniec się przepala.

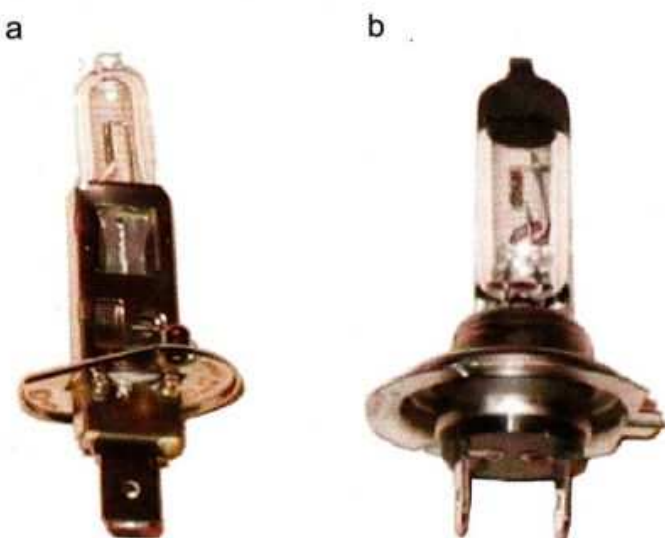
Wymienionej wady nie mają żarówki halogenowe. Skrętka tych żarówek jest również wykonana z wolframu, a ich wnętrze wypełnia gaz obojętny (azot, argon, krypton) ze śladową domieszką pierwiastków chemicznych z grupy halogenów (np. jodu lub bromu). Pierwiastki z grupy halogenowej powodują, że w żarówce inicjowany jest tzw. halogenowy cykl regeneracyjny. W rezultacie tego cyklu wolframowe cząsteczki rozgrzanego żarnika nie osadzają się na wewnętrznych ściankach bańki szklanej i pozostają w formie gazowej, w postaci cząsteczek halogenków wolframu. Gdy cząsteczki halogenków znajdują się w pobliżu żarnika, następuje ich rozpad. Atomy wolframu osadzają się na powierzchni skrętki żarówki, a halogen dyfunduje w kierunku bańki, inicjując kolejny cykl regeneracji. Dzięki temu zmierzające w kierunku bańki atomy wolframu powracają do żarnika, zwiększając jego żywotność. Cykl regeneracyjny jest możliwy jedynie wówczas, gdy temperatura szklanej bańki żarówki jest większa niż 250°C . Uzyskanie tak wysokiej temperatury bańki jest możliwe jedynie wtedy, gdy jest ona wykonana z odpornego na działanie wysokich temperatur szkła kwarcowego. Zastosowanie szkła kwarcowego do budowy żarówek samochodowych pozwala również na zmniejszenie ich gabarytów. Na rysunku 4.11 przedstawiono tradycyjną żarówkę samochodową dwuwłóknową typu R2 z dużą szklaną bańką kulistą oraz dwuwłóknową żarówkę halogenową typu H4 z bańką walcową o małej średnicy. Moc włókien żarówki R2 ma wartość 40 i 45 W, a moc włókien żarówki H4 jest równa 55 i 60 W. Ze względu na wewnętrzną autoregenerację skrętki żarówka halogenowa w trakcie eksploatacji pracuje prawie z niezmienną wydajnością, a jej trwałość osiąga 1100 godzin.



Rys. 4.11. Żarówka typu R2 (a)
oraz żarówka halogenowa typu H4 (b)

Żarówki typu H4 są przeznaczone do świateł głównych z jednym wspólnym reflektorem dla światła drogowego oraz dla światła mijania. W takich żarówkach w celu uzyskania granicy światła i cienia stosuje się przysłonę kierującą światło mijania w dół i w prawo.

Natomiast w światłach z dwoma reflektorami najczęściej są stosowane żarówki halogenowe jednowłóknowe, oznaczane symbolami H1 (55 W – 12 V) i H7 (55 W – 12 V). Wymienione żarówki różnią się budową trzonka metalowego i przeznaczeniem. Różnicę w budowie tych żarówek widać na rys. 4.12.



Rys. 4.12. Żarówka halogenowa H1 (a)
oraz żarówka H7 (b)

Do ustalania położenia żarówki w reflektorze jest przeznaczony jej metalowy trzonek, wyposażony w zestaw styków łączących żarówkę z instalacją elektryczną pojazdu. Liczba styków zależy od liczby włókien żarówki. Żarówki dwuwłóknowe H4 mają trzy styki (rys. 4.11): dwa zewnętrzne dołączone do końcówek każdego włókna oraz środkowy wspólny dla obu włókien.

W odróżnieniu od żarówek H4 żarówki jednowłóknowe H1 i H7 mają tylko dwa styki. Włókno żarówki H1 jest zasilane za pośrednictwem styku konektorowego oraz metalowego trzonka żarówki. Natomiast w zasilaniu żarówki H7 nie uczestniczy jej trzonek. Do tego celu są przeznaczone dwa styki konektorowe.

4.3. Oświetlenie ostrzegawcze, sygnalizacyjne i dodatkowe

Oprócz świateł głównych pojazdy samochodowe mają światła: ostrzegawcze, sygnalizacyjne, pomocnicze i rozpoznawcze.

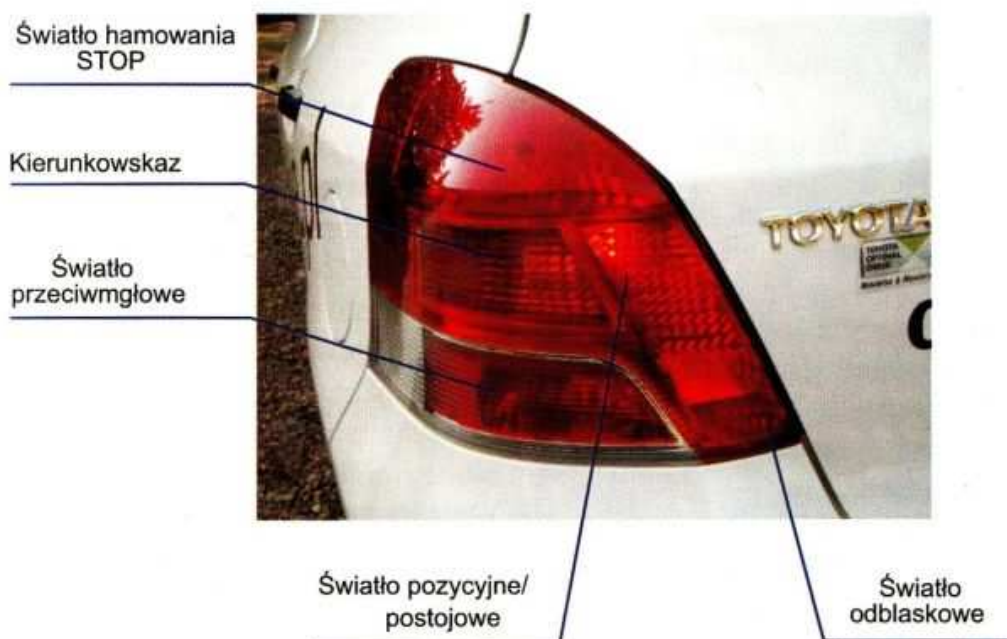
Światłami ostrzegawczymi są światła pozycyjne, światła postojowe, światła odblaskowe oraz światła do jazdy dziennej.

Zadaniem **świateł pozycyjnych** jest oznaczanie w nocy konturów pojazdu podczas jazdy w terenie oświetlonym oraz nieoświetlonym. Przednie światła pozycyjne, które powinny być białe, są umieszczone w reflektorach głównych. Źródłem świateł pozycyjnych przednich jest żarówka małej mocy (nieprzekraczającej 5 W) umieszczona w reflektorach głównych. Jeśli światła główne mają odrębne reflektory dla świateł mijania oraz dla świateł drogowych, to żarówka przednich świateł pozycyjnych jest umieszczona w jednym z tych reflektorów. Przykład umieszczenia światła pozycyjnego przedniego w reflektorze świateł głównych przedstawiono na rys. 4.3 i 4.4.

Światła pozycyjne tylne mają kolor czerwony i są umieszczone w obudowie zespolonych świateł tylnych. Takie światło oprócz lampy pozycyjnej zawiera światło hamowania (STOP), kierunkowskaz oraz światło odblaskowe. Zespolone światło tylne może również zawierać lampę przeciwmgłową oraz światło cofania zamocowane w lampie prawej. Przykład zespolonego światła tylnego samochodu Toyota Yaris przedstawiono na rys. 4.13.

Światła pozycyjne tylne mają niewielki odbłyśnik przystosowany do jednowłóknowego żarowego źródła światła o mocy nieprzekraczającej 4 W.

Przednie i tylne światła pozycyjne pełnią również funkcję świateł postojowych, których zadaniem jest zaznaczenie konturów nieruchomego pojazdu.



Rys. 4.13. Lewe tylne światło zespolone samochodu Toyota Yaris

Do grupy świateł ostrzegawczych należą światła odblaskowe, które wykorzystują odbity od ich powierzchni strumień świetlny pochodzący z obcego źródła.

Światła odblaskowe (rys. 4.13) mają kolor czerwony i są utworzone przez regularne pryzmatyczne bryły naniesione na wewnętrzną powierzchnię tych świateł, tak aby były dobrze widoczne po ich oświetleniu.

Zadaniem świateł odblaskowych jest sygnalizacja obecności nieoświetlonego pojazdu.

Nieprawidłowo ustawione światła mijania mogą być w dni słoneczne przyczyną olśniewania kierowców jadących z przeciwnego kierunku i pod słońce. Dlatego od świtu do zmierzchu zamiast świateł mijania są zalecane symetryczne światła do jazdy dziennej, których intensywność nie przekracza 1200 cd. Światła takie muszą być symetryczne względem podłużnej osi samochodu. Mocuje się je podobnie jak opisywane dalej światła przeciwmgłowe.

Koleją grupę świateł stanowi **oświetlenie sygnalizacyjne**. Zadaniem tego oświetlenia jest sygnalizowanie innym użytkownikom drogi zamiarów kierowcy pojazdu oraz innych możliwych zagrożeń. Są to kierunkowskazy, światła awaryjne oraz światła hamowania.

Za pośrednictwem **kierunkowskazów** kierowca informuje innych użytkowników drogi o zamiarze zmiany kierunku jazdy swojego pojazdu.

Kierunkowskazy emitują światło błyskowe z częstotliwością od 1 do 2 Hz (od 60 do 120 razy na minutę) i muszą być widoczne zarówno w nocy, jak i w dzień. Kierunkowskazy przednie mają lampy osłonięte szybą białą z żarówkami koloru żółtego. Kierunkowskazy tylne, stanowiące najczęściej element zespolonych świateł tylnych, są koloru żółtego. Żarówki kierunkowskazów przednich i tylnych mają moc 21 W.

Do niedawna żarówki kierunkowskazów były zasilane za pośrednictwem przerywacza elektromechanicznego, którego częstotliwość pracy zależała od rezystancji zastępczej układu żarówek dołączonego do jego styków i w przypadku zwiększenia tej rezystancji zwiększała się częstotliwość błysków żarówek w obwodzie kierunkowskazów, w którym zaistniało uszkodzenie żarówki.

Obecnie do wymuszania błysków kierunkowskazów są stosowane przerywacze elektroniczne, reagujące na uszkodzenie żarówki identycznie jak przerywacz elektromechaniczny i dodatkowo emitujące dźwięk podobny do dźwięku tego przerywacza. Świecenie kierunkowskazów jest sygnalizowane w zestawie wskaźników pokładowych za pomocą lampek o kształcie grota strzały w kolorze zielonym.

Lampy kierunkowskazów są również wykorzystywane przez system **oświetlenia awaryjnego**, który po uruchomieniu inicjuje jednocześnie ich błyskanie najczęściej z częstotliwością taką samą jak częstotliwość pracy kierunkowskazów.

Zadaniem **świateł hamowania**, zwanych również światłami STOP, jest informowanie użytkowników drogi jadących za pojazdem o uruchomieniu jego hamulców za pomocą pedału. Po zwolnieniu pedału światła STOP powinny gasnąć. Światła hamowania mają kolor czerwony i mogą mieć lampy samodzielne lub stanowić element tylnych świateł zespolonych (rys. 4.13).

Światła hamowania emitują światło o natężeniu większym od natężenia tylnych świateł pozycyjnych i dlatego żarówki umieszczone w lampach tych świateł mają

moc 21 W. Taka moc żarówek gwarantuje widoczność światła hamowania nawet w słoneczny dzień z odległości 30 m i nie jest przyczyną oślepiania innych użytkowników ruchu w nocy.

W hydraulicznych układach hamulcowych światła STOP mogą być uruchamiane za pomocą wyłącznika ciśnieniowego umieszczonego w przewodzie z płynem hamulcowym. Styki tego wyłącznika są zamykane po zwiększeniu przez pompę hamulcową ciśnienia płynu w tym przewodzie. Najczęściej jednak włącznik światła hamowania jest umieszczony przy pedale hamulca.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa producenci współczesnych samochodów montują z tyłu pojazdu dodatkowe światło hamowania umieszczone symetrycznie względem osi podłużnej pojazdu. Światło takie jest wykonane w postaci linijki świetlnej, z żarówkami lub diodami LED, umieszczonej przy górnej lub dolnej krawędzi tylnej szyby (rys. 4.14).

Kolejna grupa światła stanowiących wyposażenie samochodu to **światła pomocnicze**, którymi są światła przeciwmgłowe oraz światło cofania.

Światła przeciwmgłowe ułatwiają jazdę w warunkach słabej widoczności, przy małej przejrzystości powietrza.

Montowanie światła przeciwmgłowych przednich jest nieobowiązkowe. Mogą to być dwa światła białe lub żółte selektywne, zamocowane symetrycznie względem osi podłużnej samochodu i nisko, tak aby odległość dolnej krawędzi lampy od jezdni nie była większa niż 250 mm. Takie zamocowanie minimalizuje efekt odbijania promieni świetlnych lamp przeciwmgłowych przednich od mgły w kierunku oczu kierowców pojazdów jadących z przeciwka. Zasięg przedniego oświetlenia przeciwmgłowego nie może przekraczać 30 m. Sposób zamocowania przednich światła przeciwmgłowych pokazano na rys. 4.15.

Przednie światła przeciwmgłowe mogą być używane samodzielnie lub razem ze światłami mijania podczas mgły oraz w przypadku dobrej widoczności na drogach krętych odpowiednio oznakowanych.



Rys. 4.14. Dodatkowe światło hamowania samochodu Volvo V40



Rys. 4.15. Przednie światła przeciwmgłowe samochodu Volvo V40

W odróżnieniu od przednich świateł przeciwmgłowych, tylne światła lub światło przeciwmgłowe stanowią obowiązkowe wyposażenie pojazdu. Pojedyncze tylne światło przeciwmgłowe może występować samodzielnie lub w tylnej lewej lampie zespolonej (rys. 4.13). Warunkiem włączenia tej lampy jest spadek widoczności poniżej 50 m.

Światła cofania ułatwiają jazdę samochodu do tyłu i dlatego są uruchamiane po włączeniu biegu wstecznego za pomocą mikrowłocznika, którego styk jest zamykany za pomocą dźwigni zmiany biegów. W samochodzie może występować jedno lub dwa światła cofania. Pojedyncze światło umieszcza się po prawej stronie. Ze względu na przeznaczenie zasięg świateł cofania o barwie białej, umieszczonych z tyłu, nie może być większy niż 10 m. Moc żarówki światła cofania jest taka sama jak moc tylnego światła przeciwmgłowego i wynosi 21 W.

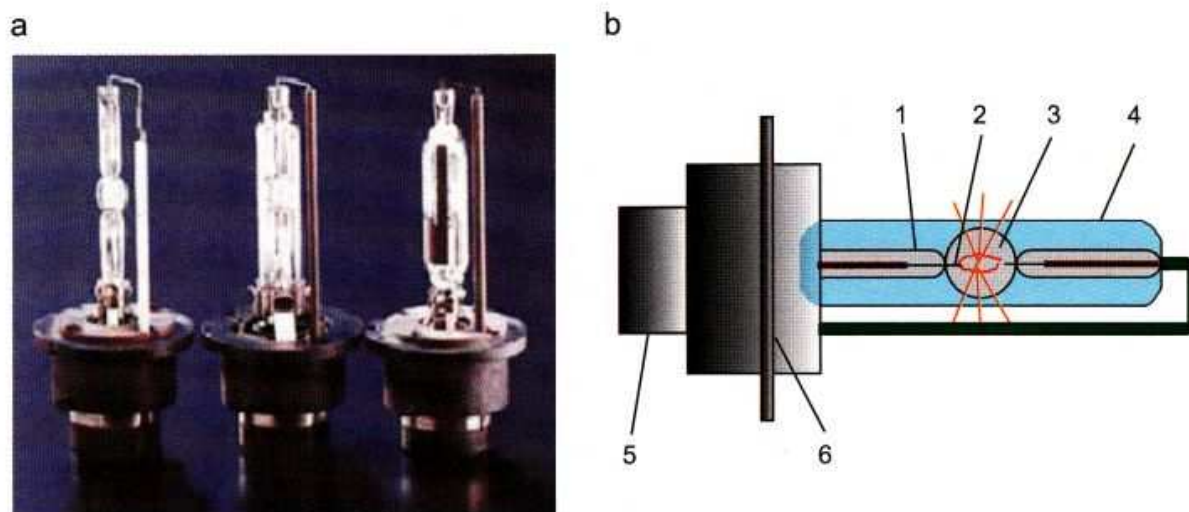
Do obowiązkowego wyposażenia pojazdów samochodowych należy również **światło rozpoznawcze** oświetlające tylną tablicę rejestracyjną (zwykle jedno lub dwa). Jest to światło białe o natężeniu tak dobranym, aby znaki na tablicy rejestracyjnej były widoczne z odległości 20 m. Moc żarówek oświetlających tablicę rejestracyjną nie przekracza 5 W.

4.4. Nowe rodzaje oświetlenia samochodu

Postęp technologiczny w produkcji półprzewodników przyczynił się również do rozpowszechnienia i zastosowania w technice samochodowej nowych rodzajów oświetlenia.

Opracowanie scalonych przetwornic wysokiego napięcia pozwoliło na zastąpienie żarówek halogenowych stosowanych w światłach mijania lampami wyładowczymi ksenonowymi (lampami ksenonowymi), wykorzystującymi łuk elektryczny do emisji światła o dużym natężeniu.

Budowę lampy wyładowczej wyjaśniono na rys. 4.16. Bańka tej lampy jest wypełniona ksenonem (gaz szlachetny) oraz mieszaniną metali i halogenków metali.



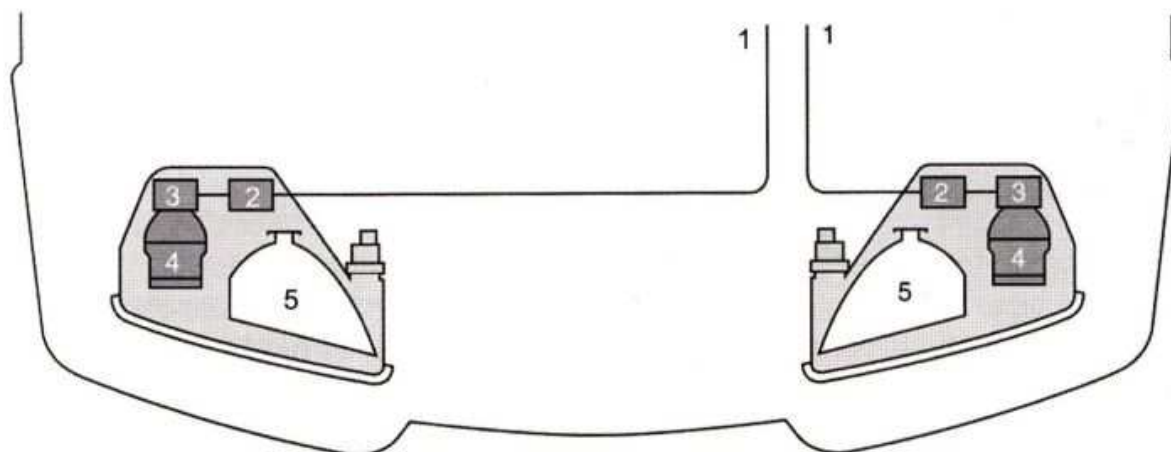
Rys. 4.16. Lampy wyładowcze ksenonowe (a) i ich budowa (b)

1 – przewód elektryczny, 2 – elektroda, 3 – komora wyładowcza, 4 – bańka szklana chroniąca przed promieniowaniem UV, 5 – styk elektryczny, 6 – trzon lampy

Do zapłonu lampy niezbędne jest wysokie napięcie o wartości ok. 25 kV, które inicjuje świecący łuk elektryczny między elektrodami 2 umieszczonymi w komorze wyładowczej 3 (rys. 4.16). Wysoka temperatura łuku elektrycznego jonizuje gaz wypełniający komorę wyładowczą. Przez zjonizowany gaz przepływa prąd przemienny o częstotliwości 400 Hz, rozgrzewający końcówki elektrod do temperatury, w której wokół elektrod powstają stożki plazmowe wypromieniowujące światło o temperaturze barwowej od 4500 do 6500 K. Dzięki tak wysokiej temperaturze widmo światła emitowane przez lampy ksenonowe jest bardzo zbliżone do światła słonecznego.

Reflektory, w których są stosowane lampy ksenonowe, noszą nazwę Litronic (ang. *Light Electronics*) i w porównaniu z reflektorami wyposażonymi w żarówki halogenowe emitują strumień świetlny o większym natężeniu. Reflektory Litronic muszą być wyposażone w spryskiwacze oraz w układ automatycznej regulacji zasięgu.

Praca lampy ksenonowej jest inicjowana i nadzorowana przez elektroniczny zapłonnik składający się z przetwornicy wysokonapięciowej (urządzenia zapłonowego) oraz ze sterownika (rys. 4.17).



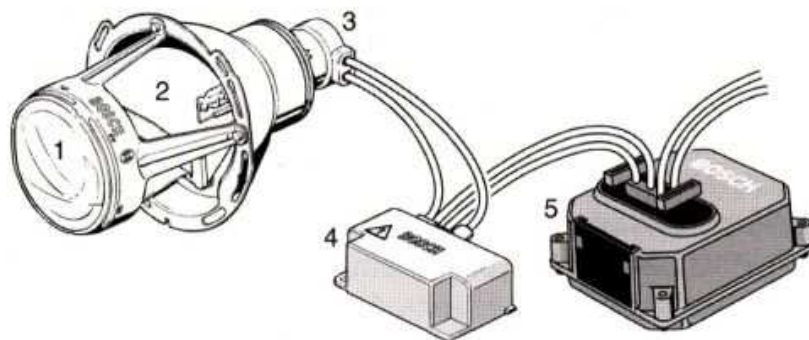
Rys. 4.17. Układ zasilania lampy ksenonowej [53]

1 – przewód instalacji elektrycznej, 2 – sterownik, 3 – urządzenie zapłonowe ze złączem, 4 – układ optyczny reflektora Litronic z lampą światła mijania, 5 – światło drogowe z żarówką halogenową

Zadaniem przetwornicy jest wytwarzanie wysokiego napięcia niezbędnego do zapłonu lampy, a sterownik elektroniczny reguluje wartość prądu płynącego przez lampę w fazie zapłonu oraz podczas jej pracy.

W celu uzyskania pełnej wydajności świetlnej, przez kilka sekund po zapłonie przez lampę płynie prąd o zwiększonej wartości. Następnie prąd maleje i stabilizowane jest napięcie zasilające lampę, o wartości 85 V, niezależnie od wahań napięcia instalacji elektrycznej samochodu.

Przy dużej wilgotności powietrza wysokie napięcie wytwarzane przez przetwornicę (zapłonnik) może być przyczyną przebiegów w instalacji elektrycznej zasilającej lampy ksenonowe. Skutkiem tych przebiegów jest chwilowe zgaśnięcie lampy, której świecenie jest inicjowane przez układ sterujący po zaniku przebiegu. Układ ten również nie dopuszcza do zapłonu lampy w przypadku jej trwałego uszkodzenia. Dzięki temu



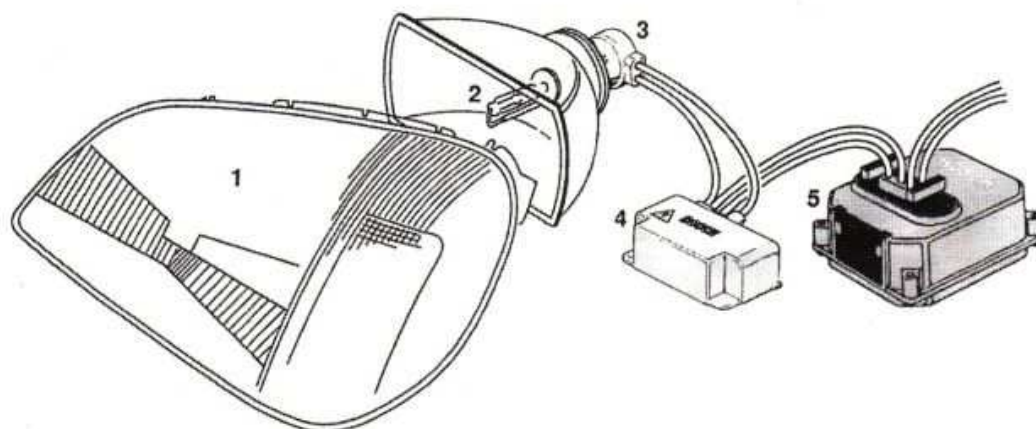
Rys. 4.18. Reflektor projekcyjny z lampą ksenonową [53]

1 – soczewka, 2 – lampa, 3 – złącze, 4 – urządzenie zapłonowe, 5 – sterownik

osoba wymieniająca lampę ksenonową nie jest narażona na działanie wysokiego napięcia zapłonowego (25 kV).

Czas zapłonu lamp ksenonowych jest stosunkowo długi i z tego względu nie nadają się one do świateł drogowych włączanych i wyłączanych. Ponadto częste wyłączanie tych lamp skraca ich trwałość. Dlatego lampy ksenonowe są stosowane najczęściej w światłach mijania z reflektorami projekcyjnymi typu PES (rys. 4.7 i 4.18) funkcjonującymi w jednej obudowie z reflektorem światła drogowego wyposażonym w żarówkę halogenową.

W reflektorach projekcyjnych są obecnie stosowane lampy D2S charakteryzujące się 30-procentową sprawnością emisji świetlnej. W praktyce oznacza to, że lampa ksenonowa o mocy 35 W emituje dwukrotnie więcej światła niż jednowłóknowa żarówka halogenowa o mocy 55 W. Ponadto czas eksploatacji lampy ksenonowej jest trzykrotnie dłuższy w porównaniu z czasem eksploatacji żarówek halogenowych i wynosi od 1500 do 2000 godzin. Lampy do reflektorów refleksyjnych oznaczone symbolem D2R charakteryzują się podobnymi właściwościami. Układ zasilania lampy ksenonowej stosowanej w reflektorze refleksyjnym jest taki sam, jak lamp wykorzystywanych w reflektorach projekcyjnych (rys 4.19).



Rys. 4.19. Reflektor refleksyjny z lampą ksenonową [53]

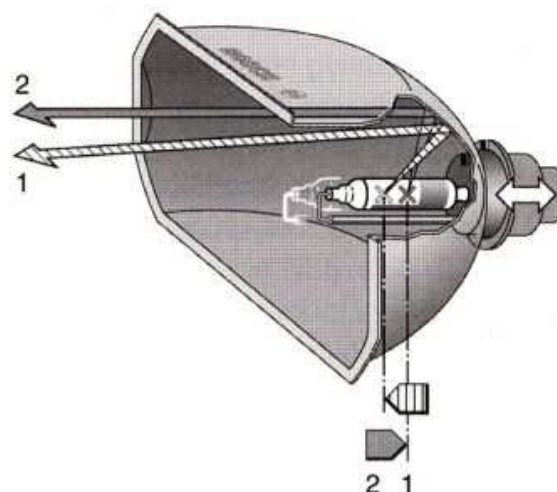
1 – szyba rozpraszająca, 2 – lampa, 3 – złącze, 4 – urządzenie zapłonowe, 5 – sterownik

Cechą charakterystyczną reflektora refleksyjnego jest duża powierzchnia rozpraszającej szyby czołowej. Granicę światła i cienia niezbędną dla świateł mijania uzyskuje się w tych reflektorach dzięki lampie D2R, która ma odpowiednie pasy cieniające na ścianie komory wyładowczej.

Zasada działania lamp ksenonowych nie pozwala na konstrukcję lamp dwufunkcyjnych, działających podobnie jak żarówki halogenowe H4. Problem dwufunkcyjnego wykorzystania lampy ksenonowej rozwiązali konstruktorzy firmy Bosch, konstruując reflektor Bi-Litronic (Bi-Ksenon), za pomocą którego można emitować światło mijania z granicą światła i cienia oraz rozproszone światło drogowe. W tym celu uruchamiany przełącznikiem świateł nastawnik przemieszcza lampę ksenonową D2R umieszczoną w reflektorze projekcyjnym w położenie odpowiadające światłu mijania lub światłu drogowemu (rys. 4.20).

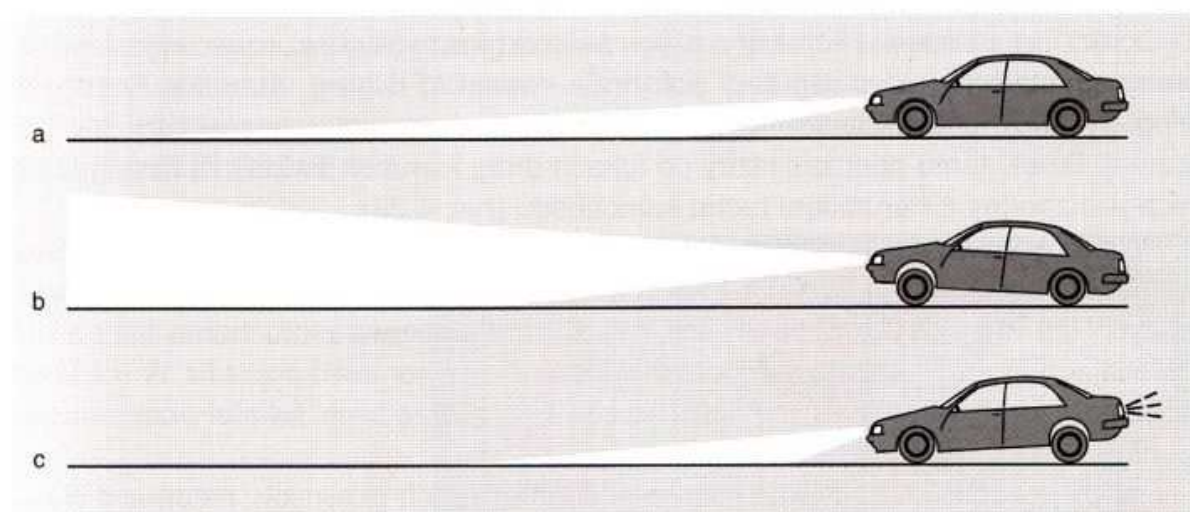
Duża intensywność świecenia lamp ksenonowych przy źle ustawionych reflektorach głównych może być przyczyną oślepienia kierowców pojazdów jadących z przeciwka. Aby uniknąć takiego zagrożenia, lampy ksenonowe wyposaża się w automatyczną regulację kąta nachylenia (zasięgu) dostosowaną do obciążenia pojazdu. Skutki braku regulacji kąta nachylenia reflektorów podczas przyspieszania z obciążeniem oraz przy nagłym hamowaniu wyjaśniono na rys. 4.21.

Regulacja kąta położenia (zasięgu) lamp ksenonowych może być realizowana w sposób statyczny lub dynamiczny. Regulacja statyczna polega na zmianie za-



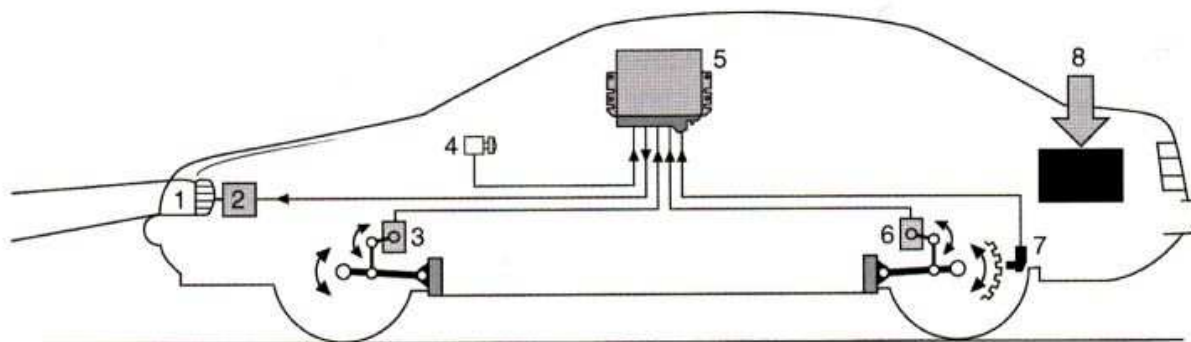
Rys. 4.20. Zasada działania dwufunkcyjnego reflektora ksenonowego [53]

1 – światło mijania, 2 – światło drogowe



Rys. 4.21. Skutki niestosowania regulacji zasięgu świateł [53]

1 – zasięg świateł podczas jazdy z ustaloną prędkością bez obciążenia, 2 – podczas przyspieszania lub po obciążeniu tyłu samochodu, 3 – podczas hamowania



Rys. 4.22. Układ dynamicznej regulacji zasięgu świateł [53]

1 – reflektor, 2 – nastawnik, 3 – czujnik obciążenia osi przedniej, 4 – wyłącznik świateł, 5 – sterownik elektroniczny, 6 – czujnik obciążenia osi tylnej, 7 – czujnik prędkości obrotowej, 8 – bagaż

sięgu lamp odpowiednio do obciążenia pojazdu. Za pomocą regulacji dynamicznej dodatkowo zasięg lamp jest korygowany podczas ruszania, przyspieszania oraz hamowania pojazdu. Schemat blokowy dynamicznej regulacji zasięgu świateł wyjaśniono na rys. 4.22.

Do ustalania odpowiedniego zasięgu świateł układ dynamicznej regulacji korzysta z sygnałów wyjściowych czujników obciążenia oraz czujników ABS zamocowanych na osiach pojazdu.

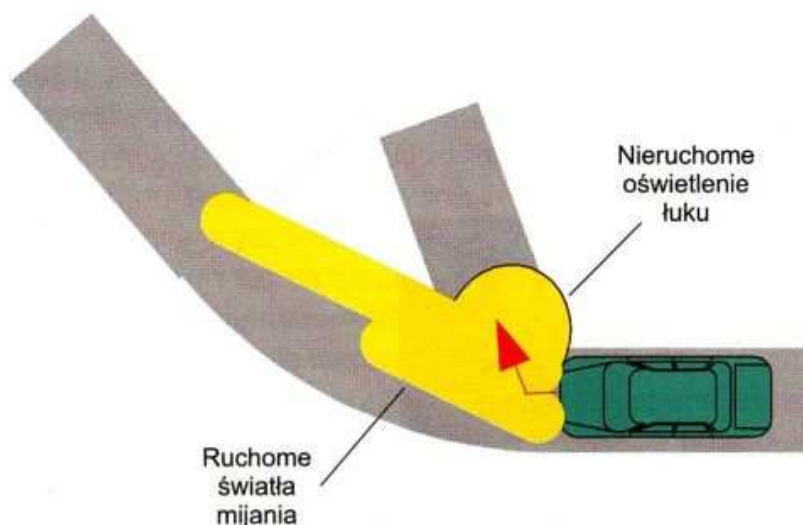
Konsekwencją każdego ruszenia samochodu jest dostosowanie zasięgu reflektorów głównych do aktualnego rozkładu obciążenia. Jeśli prędkość pojazdu ustabilizuje się, to następuje korekta wstępnego ustawienia uwzględniająca aktualne sygnały wyjściowe czujników. Przy niezmienniej prędkości jazdy korekta ta jest realizowana statycznie z długim czasem regulacji. W przypadku gwałtownego przyspieszania lub hamowania sterownik reflektorów rozpoczyna korektę dynamiczną, dostosowując w sposób natychmiastowy ich położenie do nowego ustawienia przodu samochodu względem jezdni. Powrót do regulacji statycznej następuje po ponownym ustabilizowaniu prędkości samochodu.

Oprócz prostoliniowej korekty zasięgu świateł głównych coraz częściej jest stosowany adaptacyjny układ regulacji położenia świateł AFS (ang. *Adaptive Frontlighting System*), umożliwiający ich przemieszczanie dodatkowo w płaszczyźnie poziomej. Dzięki temu podczas jazdy po łukach drogi kierunek świecenia lamp przednich jest zgodny z kierunkiem ruchu samochodu (rys. 4.23).

Przy pokonywaniu łagodnych zakrętów reflektory świateł mijania są obracane względem osi pionowej zgodnie z kierunkiem łuku zakrętu. Natomiast na zakrętach ostrych (np. na skrzyżowaniach) jest włączana dodatkowa nieruchoma lampa doświetlająca drogę w kierunku zgodnym z kierunkiem manewru pojazdu. W roli lamp doświetlających zakręty są wykorzystywane lampy przednich świateł przeciwmgłowych.

Lampy ksenonowe są wykorzystywane w reflektorach głównych, natomiast w pozostałych (wymienionych w podrozdziale 4.3) podzespołach oświetlenia zewnętrznego pojazdu są stosowane coraz częściej źródła światła z diodami LED. Właściwości tych diod opisano w pierwszej części podręcznika.

Rys. 4.23. Oświetlanie jezdni podczas zakrętu w prawo



W odróżnieniu od znanych i stosowanych w technice samochodowej źródeł światła, diody LED charakteryzują się dużo większą wydajnością świetlną przypadającą na jednostkę mocy pobieranej ze źródła zasilania. Na przykład zespół 18 diod LED o mocy 1,5 W ma większą wydajność świetlną niż żarówka o mocy 5 W.

Dzięki małym gabarytom diody LED pozwalają na konstrukcję tylnych lamp zespolonych wkomponowanych plastycznie w nadwozie pojazdu (rys. 4.24). Ponadto stosunkowo niewielki prąd pobierany ze źródła zasilania pozwala na zastosowanie w pojazdach z oświetleniem wykorzystującym diody LED akumulatora o mniejszej pojemności oraz na obniżenie mocy alternatora.

Oprócz diod LED w oświetleniu pojazdów samochodowych są wykorzystywane światłowodowe, za pośrednictwem których można przekazywać światło emitowane przez jedno źródło do kilku miejsc jednocześnie. Światłowodowe technologie oświetleniowe, ze względu na cenę są obecnie stosowane jedynie w pojazdach z tzw. wyższej półki i dlatego w podręczniku nie będą opisywane. Ograniczona objętość podręcznika nie pozwala również na opisywanie oświetlenia wnętrza pojazdu oraz sposobu ustawiania świateł głównych. Czytelnik zainteresowany ostatnim wymienionym problemem informacje dotyczące ustawiania świateł może znaleźć w książkach [5, 34, 48].

4.24. Tylna lewa lampa zespolona z diodami LED



4.5. Diagnostyka samochodowych instalacji oświetleniowych

W pojazdach nowej generacji uszkodzenie instalacji świateł decydujących o bezpieczeństwie jest sygnalizowane zaświeceniem się odpowiedniej lampki (kontrolki) umieszczonej w zestawie wskaźników pokładowych samochodu (rys. 4.25).



Rys. 4.25. Kontrolka sygnalizująca uszkodzenie świateł zewnętrznych

Kontrolka przedstawiona na rys. 4.25 jest zapalana przez system diagnostyki pokładowej w przypadku uszkodzenia w obwodzie świateł pozycyjnych, stop, tylnych przeciwmgławowych, kierunkowskazów i tablicy rejestracyjnej.

Główną i najczęściej powtarzającą się przyczyną uszkodzenia instalacji oświetlenia zewnętrznego samochodu jest uszkodzenie odpowiedniej żarówki. Ob-

jawem uszkodzenia źródeł światła żarowych i halogenowych jest brak ich świecenia spowodowany nieciągłością żarnika oraz charakterystyczne zaczernienie bańki żarówki. Przedstawione objawy można sprawdzić po wyjęciu żarówki z reflektora. Do sprawdzenia ciągłości żarnika można wykorzystać omomierz.

Lampy ksenonowe pod koniec okresu eksploatacji zmieniają barwę emitowanego światła, co jest sygnałem do ich wymiany.

Przy wymianie żarówek świateł samochodowych należy przestrzegać poniższych zasad.

1. Nie dotykać palcami bańki szklanej. Palce odciskają się na powierzchni szklanej bańki i pozostawiają trwałe zabrudzenia. Ponadto drobiny tłuszczu i potu przeniesione na bańkę mogą spowodować jej uszkodzenie. Przyczyną tego uszkodzenia są naprężenia mechaniczne powstające na skutek różnicy pojemności cieplnej obszaru czystego oraz obszaru brudnego powierzchni bańki.
2. W reflektorach niedostosowanych do żarówek halogenowych nie należy tych żarówek montować. Wysoka temperatura bańki żarówki halogenowej może być

przyczyną zniszczenia reflektora. Ponadto zastąpienie zwykłej żarówki żarówką halogenową może uniemożliwić prawidłowe ustawienie świateł. Lampy zespolone z reflektorami przystosowanymi do żarówek halogenowych w wytłoczonym na szkłe znaku homologacyjnym mają litery „H”. Oznaczenia homologacyjne takich lamp zawiera tabela 4.1.

3. W zwykłych reflektorach samochodowych nie można stosować żarówek o mocy większej niż 60 W. Zastoso-

Tabela 4.1.

Oznaczenia lamp przystosowanych do żarówek halogenowych

Oznaczenia na lampie	Rodzaj światła
HC	Halogenowe mijania
HR	Halogenowe drogowe
HCR	Halogenowe mijania i drogowe
HC/R	Halogenowe mijania albo drogowe

wanie w takich reflektorach żarówek większej mocy (np. 100 W) może spowodować uszkodzenie odbłyśnika lub podzespołów instalacji elektrycznej doprowadzających napięcie akumulatora do żarówki, tj. przewodów, złączy lub przełącznika separującego obwód wyłącznika świateł od obwodu zasilania żarówki.

4. W reflektorach samochodów europejskich nie należy stosować żarówek, na opakowaniach których widnieje napis NOT FOR USE IN EUROPE. Takie żarówki są przystosowane do reflektorów o innym kształcie odbłyśnika i szyby. Dlatego reflektory samochodów europejskich z innymi żarówkami mogą oślepić. Polskie prawo o ruchu drogowym zabrania stosowania takich żarówek.
5. Nie należy stosować żarówek z dodatkowymi nakładkami oraz żarówek z barwioną bańką. Gazy wydzielane przez dodatkowe plastikowe nakładki po rozgrzaniu przez żarówkę, po skropleniu osiadają na odbłyśniku oraz na wewnętrznej stronie szyby i powodują trwałe ich zmatowienie. Natomiast dodatkowe zabarwienie powoduje zmniejszenie emisji świetlnej żarówki. Stosowanie dodatkowych nakładek oraz żarówek z barwionymi bańkami jest zabronione przez polskie prawo.

Wymienionych zasad należy przestrzegać przy wymianie żarówek wszystkich typów. Dodatkowo dla lamp ksenonowych obowiązują poniższe zasady.

1. Lampy ksenonowe ze względu na bardzo wysoką temperaturę bańki mogą być stosowane w reflektorach o podwyższonej odporności termicznej, wyposażonych w dodatkowe spryskiwacze lub zestawy spryskiwacz–wycieraczka.

Oznaczenia homologacyjne takich reflektorów zestawiono w tabeli 4.2.

2. Żeby sprawdzić, czy układ zapłonowy lampy ksenonowej wytwarza wysokie napięcie, przed wyjęciem lampy z reflektora przy włączonym zasilaniu instalacji należy w pobliżu przewodów zasilających umieścić neonówkę, np. wskaźnik neonowy przeznaczony do prac monterskich w sieci elektroenergetycznej. Jeśli przetwornica wysokonapięciowa zapłonika elektronicznego generuje wysokie napięcie (o wartości 25 kV), to neonówka wskaźnika będzie emitowała światło.

3. Przed wymianą lampy ksenonowej należy zawsze układ zapłonowy tej lampy odłączyć od instalacji elektrycznej pojazdu.
4. Nigdy nie należy uruchamiać elektronicznego urządzenia zapłonowego bez dołączonej lampy. Uruchomienie nieobciążonego urządzenia zapłonowego może spowodować przebicie wysokonapięciowe złącza lampy.
5. Niesprawną lampę ksenonową należy traktować jako odpad przeznaczony do specjalnej utylizacji.

Kolejnymi podzespołami, które mogą być przyczyną niesprawności obwodów instalacji oświetleniowej, są bezpieczniki, przełączniki, wyłączniki, przewody zasilania świateł lub styki gniazd żarówek. Sposób postępowania zależy od konfiguracji obwodu i dlatego nie można podać uniwersalnego algorytmu usuwania usterek.

Tabela 4.2.

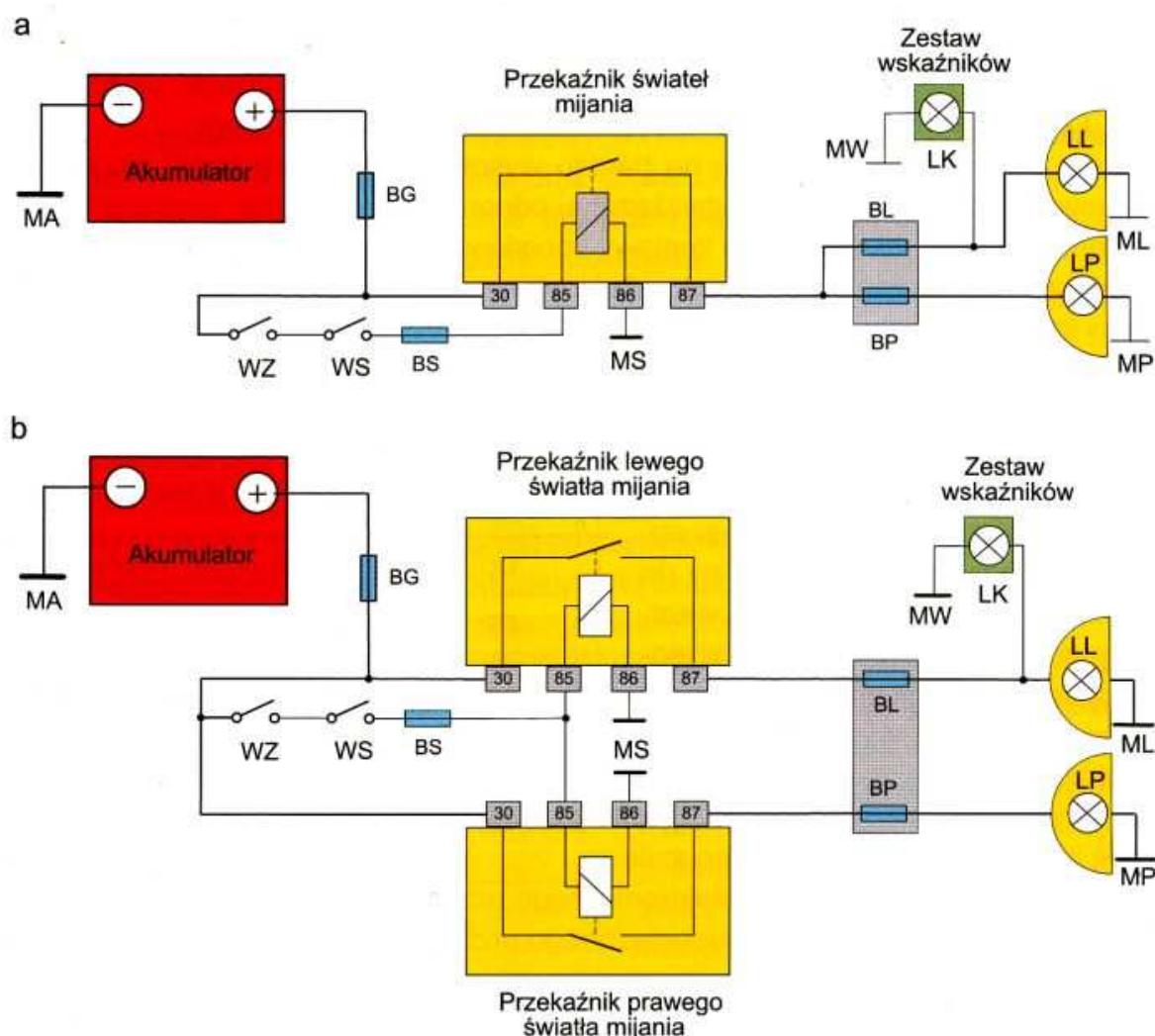
Oznaczenia reflektorów przystosowanych do lamp ksenonowych

Oznaczenia na reflektorze	Rodzaj światła
DC	ksenonowe mijania
DR	ksenonowe drogowe
DC/R	Bi-ksenon

W pojazdach samochodowych są stosowane układy zasilające oświetlenie wewnętrzne i zewnętrzne bezpośrednie lub z przekaźnikami separującymi obwód sterujący niskoprądowy od obwodu wysokoprądowego roboczego. Przekaźniki separujące pozwalają na zastosowanie w obwodach sterujących wyłączników zespolonych, wyposażonych w mikrowyłączniki o małych gabarytach.

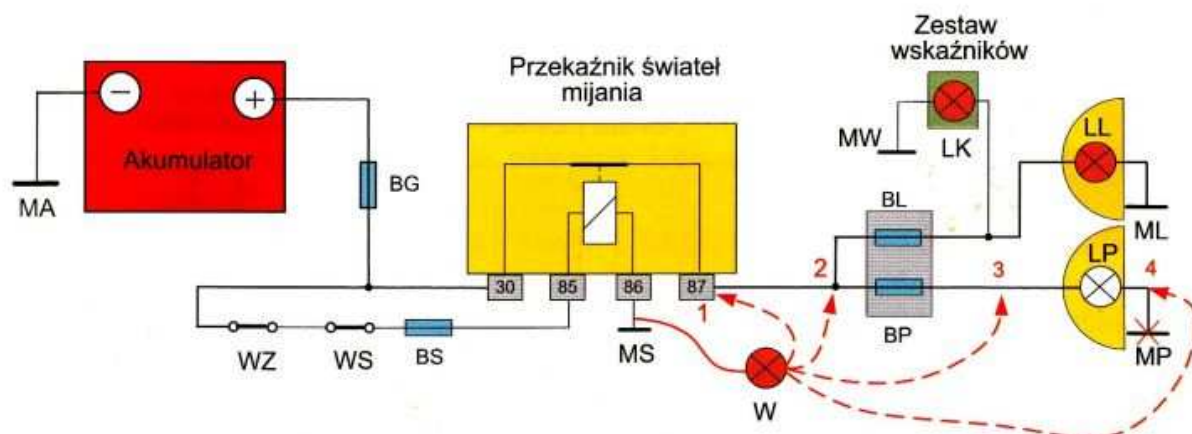
Sposób usuwania usterek w układach instalacji oświetleniowej będzie wyjaśniony na przykładzie układów zasilających światła mijania wyposażone w tradycyjne żarówki. Układy zasilania tych światel mają obwody z jednym lub dwoma przekaźnikami, za pośrednictwem których są zasilane lampy głównego oświetlenia pojazdu. Konfigurację obu układów przedstawiono na rys. 4.26. Podobnie są skonfigurowane układy zasilania światel drogowych.

Do włączania światel mijania w obu układach z rys. 4.26 jest przeznaczony niskoprądowy mikrowyłącznik *WS*, stanowiący podzespół zespolonego wyłącznika światel



Rys. 4.26. Schemat układu zasilania światel mijania z jednym przekaźnikiem (a) oraz z dwoma przekaźnikami pośredniczącymi (b)

WZ – wyłącznik zapłonu, *WS* – wyłącznik światel mijania, *BG* – bezpiecznik główny, *BS* – bezpiecznik obwodu sterującego, *BL*, *BP* – bezpieczniki lewego i prawego światła mijania, *LK* – lampka kontrolna znajdująca się w zestawie wskaźników, *MA* – masa akumulatora, *MS* – masa obwodu sterującego, *MW* – masa zestawu wskaźników, *ML*, *MP* – masy lewego i prawego światła mijania



Rys. 4.27. Układ zasilania świateł mijania z jednym przełącznikiem pośredniczącym, w którym brak jest połączenia prawej lampy z masą (1, 2, 3, 4 – punkty pomiarowe)

pojazdu. Wyłącznik ten zamyka obwód sterujący przełącznikiem świateł mijania po zamknięciu styków *WZ* wyłącznika zapłonu. Gdy cewki przełączników świateł nie są uszkodzone i styki nie są skleione, to zamknięciu wyłącznika *WS* towarzyszy charakterystyczne metaliczne uderzenie zwor przełączników o rdzeń, co oznacza, że wyłączniki *WZ* i *WS* działają prawidłowo.

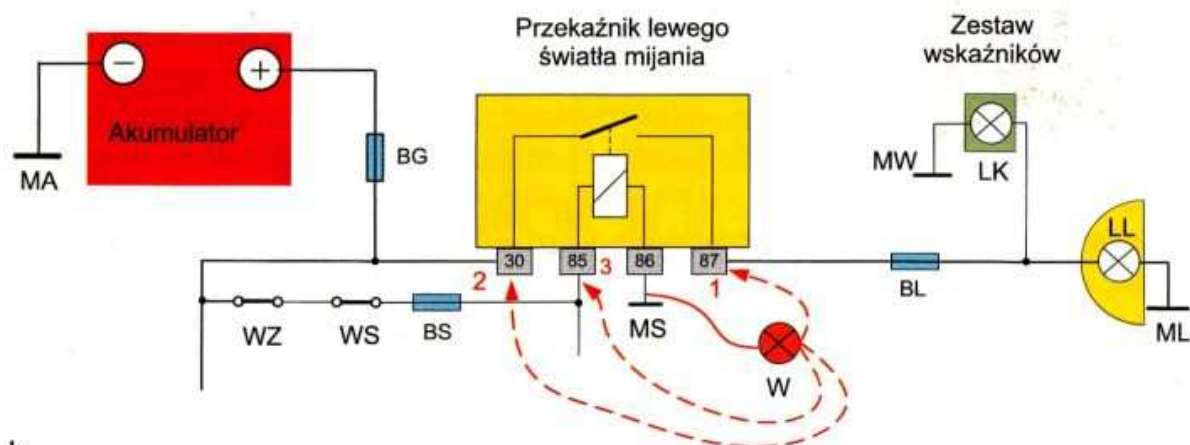
W układach z rys. 4.26, przy prawidłowo działających obwodach lewego i prawego światła mijania, po zamknięciu wyłącznika zapłonu *WZ* i zamknięciu wyłącznika *WS* świateł mijania, żarówki *LL* i *LP* obu przednich reflektorów oraz żarówka lampki kontrolnej *LK* się świecą. Dopiero otwarcie styków wyłącznika zapłonu *WZ* lub otwarcie styków włącznika *WS* powoduje wyłączenie tych żarówek.

Jeśli w układzie przedstawionym na rys. 4.26a jedna z żarówek lamp głównych nie świeci, pomimo że jest sprawna, to przyczyną jej niedziałania jest uszkodzenie bezpiecznika (*BL* lub *BP*), przewodów instalacji elektrycznej lub brak kontaktu gniazda żarówki z masą (*ML* lub *MP*). Do lokalizacji przyczyny niedziałania konkretnego obwodu można wykorzystać wskaźnik świetlny lub woltomierz. Przed przystąpieniem do badania należy żarówkę umieścić w gnieździe i sprawdzić odpowiedni bezpiecznik. Jeśli bezpiecznik jest sprawny, to po włączeniu zapłonu oraz po zamknięciu styków wyłącznika *WS* świateł mijania należy sprawdzić napięcie w punktach pokazanych na rys. 4.27, na którym przedstawiono układ z jednym przełącznikiem pośredniczącym oraz z uszkodzonym stykiem masy *MP* prawego światła.

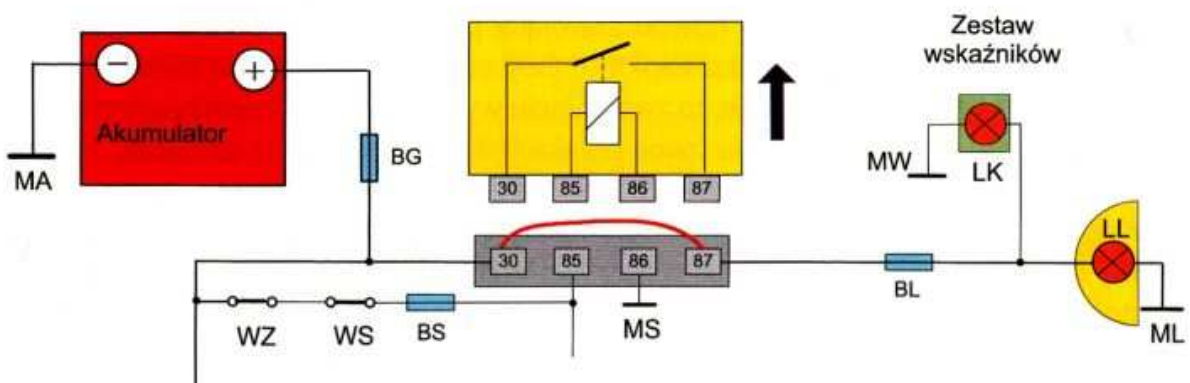
W przypadku uszkodzenia przedstawionego na rys. 4.27 włączenie wskaźnika świetlnego *W* między masę *MS* obwodu sterowania i punkty pomiarowe zaznaczone na tym rysunku spowoduje zaświecenie żarówki wskaźnika. Dopiero usunięcie usterki nie spowoduje zaświecenia żarówki wskaźnika włączonego między punkt pomiarowy 4 i masę *MS* obwodu sterującego.

Zaletą układu zasilania z jednym przełącznikiem pośredniczącym (rys. 4.26a) jest łatwa identyfikacja uszkodzenia przełącznika. Objawem takiego uszkodzenia jest nieświecenie żarówek obu świateł mijania po zamknięciu styków wyłącznika zapłonu *WZ* oraz wyłącznika *WS*. Natomiast w układzie z dwoma przełącznikami przyczyną nieświecenia jednej z żarówek świateł mijania może być również uszkodzenie prze-

a



b



Rys. 4.28. Lokalizacja usterki polegającej na uszkodzeniu cewki przełącznika lewego światła mijania. Pomiar napięć (a) oraz zastąpienie przełącznika zworą (b)

każnika włączonego do tego obwodu. Sposób wykrycia takiej usterki wyjaśniono na rys. 4.28. Na rysunku tym przedstawiono lokalizację usterki polegającej na uszkodzeniu cewki przełącznika lewego światła mijania.

Przed wymianą przełącznika należy się upewnić, czy przyczyną niedziałania lewego światła mijania jest uszkodzenie przełącznika pośredniczącego, którego zamknięte styki łączą żarówkę z akumulatorem. W tym celu, po włączeniu zapłonu oraz zamknięciu wyłącznika świateł mijania, za pomocą wskaźnika świetlnego WS sprawdzamy napięcia między masą MS obwodu sterującego i zaciskami 30, 85 i 87 gniazda przełącznika (rys. 4.28a). O uszkodzeniu przełącznika świadczy występowanie napięcia na zaciskach 30 i 85 oraz brak napięcia na zacisku 87.

Następnie, po wyjęciu przełącznika z gniazda, za pomocą przewodu z odizolowanymi końcówkami łączymy zaciski 30 oraz 87 w gnieździe. Skutkiem zwarcia tych zacisków powinno być świecenie żarówki lewego światła mijania.

Przedstawione w tym rozdziale sposoby usuwania usterek nie wyczerpują wszystkich problemów związanych z naprawą instalacji oświetleniowej pojazdu. Czytelników zainteresowanych tym zagadnieniem autor podręcznika odsyła do instrukcji serwisowych konkretnych samochodów.

4.6. Pytania i zadania

1. Wyjaśnij różnicę między światłami drogowymi a światłami mijania.
2. Dlaczego światła mijania nie oślepiają kierowców pojazdów nadjeżdżających z przeciwka?
3. Wymień parametry techniczne oświetlenia głównego.
4. Co oznacza nazwa „lampa zespolona”?
5. Jaka jest różnica między reflektorem dwu- a jednofunkcyjnym? Czy w reflektorze jednofunkcyjnym zastosujesz żarówkę H4?
6. Jak jest różnica między żarówką halogenową a zwykłą?
7. Jak działa lampa ksenonowa?
8. Wyjaśnij, dlaczego w lampach głównych nie należy stosować żarowych źródeł światła o mocy większej niż 100 W?
9. Jak jest różnica między światłami pozycyjnymi a postojowymi?
10. Światła hamowania są światłami ostrzegawczymi czy rozpoznawczymi?
11. Czy dodatkowe światło hamowania może być zamocowane na zderzaku tylnym?
12. Narysuj przebieg promieni świetlnych w reflektorze projekcyjnym PES.
13. Jakie zalety mają reflektory projekcyjne?
14. Narysuj przebieg promieni świetlnych w reflektorze parabolicznym dwufunkcyjnym.
15. Jakie wady mają reflektory paraboliczne?
16. Narysuj przebieg promieni świetlnych w reflektorze typu FF.
17. Opisz zalety reflektorów typu FF.
18. Dlaczego w oświetleniu samochodów coraz częściej są stosowane źródła światła z diodami LED?
19. Gdzie znajduje się kontrolka sygnalizująca uszkodzenie oświetlenia zewnętrznego? Narysuj symbol tej kontrolki.
20. Wymień podzespoły układu zasilającego lampę wyładowczą (ksenonową).
21. Jak działa dwufunkcyjny reflektor ksenonowy?
22. Jakie są skutki niestosowania regulacji zasięgu światła ksenonowych?
23. Jak działa układ regulacji dynamicznej zasięgu światła ksenonowych? Narysuj schemat blokowy tego układu.
24. Wymień zasady, jakich należy przestrzegać przy wymianie żarówek oświetlenia samochodowego.
25. Wymień zasady, jakich należy przestrzegać przy wymianie wyładowczych źródeł światła.
26. Jak są oznaczone reflektory przeznaczone do żarówek halogenowych?
27. Jak są oznaczone reflektory przeznaczone do wyładowczych źródeł światła?
28. Jakie są objawy zewnętrzne uszkodzenia żarówki halogenowej?
29. Jakie są objawy zewnętrzne uszkodzenia lampy ksenonowej?
30. W jakie podzespoły dodatkowe muszą być wyposażone lampy z reflektorami przeznaczonymi do lamp ksenonowych?

31. Jaka jest różnica między bezpośrednim a pośrednim układem zasilającym oświetlenie pojazdu?
32. Wyjaśnij sposób lokalizacji usterki przełącznika pośredniczącego w układzie zasilającym światła mijania samochodu.
33. Wymień przyrządy niezbędne do lokalizacji usterki w układzie zasilającym oświetlenie pojazdu oraz opisz sposób ich wykorzystania.
34. Jak działa adaptacyjny system regulacji położenia świateł?