

Artur Boguta

Ocena poprawności emisji wiązki świetlnej reflektora świateł mijania i drogowych, przystosowanego do żarówki halogenowej HB3 po zastosowaniu zamiennika LED

JEL: Q01 DOI: 10.24136/atest.2019.029

Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

W artykule zostały przedstawione wyniki badań ledowego zamiennika żarówki halogenowej HB3. W czasie badań zostały zmierzone zarówno parametry elektryczne, jak i parametry świetlne obu źródeł światła pod kątem przydatności do oświetlenia drogi po zmroku. W artykule dokonano porównania bryły fotometrycznej zamienników LED z tradycyjnymi żarówkami halogenowymi HB3.

Słowa kluczowe: HB3, LED.

Wstęp

Rozwój elementów półprzewodnikowych, które wykorzystujemy w życiu codziennym sprawił, że znalazły one zastosowania nie tylko jako urządzenia sterujące i nadzorujące różne procesy w naszym życiu, począwszy od sprzętu codziennego użytku typu AGD, RTV, sprzętu komunikacyjnego, a skończywszy na zaawansowanych liniach produkcyjnych i urządzeniach podtrzymywania życia. Oprócz tych zastosowań elementy półprzewodnikowe stały się energooszczędными źródłami światła, które okazują się mieć największą sprawność przetwarzania energii elektrycznej na światło. Diody LED początkowo pojawiły się jako elementy sygnalizacyjne. Wynikało to z niskiej skuteczności świetlnej oraz specyficznej monochromatycznej barwy. Badania prowadzone przez naukowców pozwoliły stworzyć diody o barwie niebieskiej i ultrafioletowej. Te barwy światła zapoczątkowały powstanie diody białej (dioda RGB oraz zastosowanie luminoforu). Pierwsze białe diody charakteryzowały się niską skutecznością świetlną, choć już wtedy pojawiły się ledowe zamienniki żarówek.

Diody o barwach monochromatycznych szybko zostały wprowadzone jako odpowiedniki tylnych lamp zespolonych w pojazdach, oraz wprowadzono je do sygnalizacji ulicznej. Światło monochromatyczne jest lepiej postrzegane przez oko ludzkie i dlatego światła pozycyjne LED samochodów są bardziej wyraźne niż światło uzyskiwane z kloszy wykorzystujących żarówki z kolorowymi filtrami.

Rozwój techniki pozwolił udoskonalić białe diody LED do takiego poziomu że, są to obecnie najdoskonalsze elektryczne źródła światła o największej skuteczności świetlnej. Diody LED zaczęto szybko wprowadzać do świateł głównych reflektorów samochodowych. Pojawiły się one również w przenośnych źródłach światła oraz są stosowane jako oświetlenie zewnętrzne ulic. Diody LED zastępują również źródła światła w naszych domach i biurach.

Wiele współczesnych aut opuszczających fabryki mają już zainstalowane reflektory wykorzystujące diody LED jako światła mijania, drogowe czy przeciwmgielne.

Badania przedstawione w artykule są próbą zastosowania zamienników LED w tradycyjnym reflektorze przystosowanym do żarówki halogenowej HB3.

1. Badania

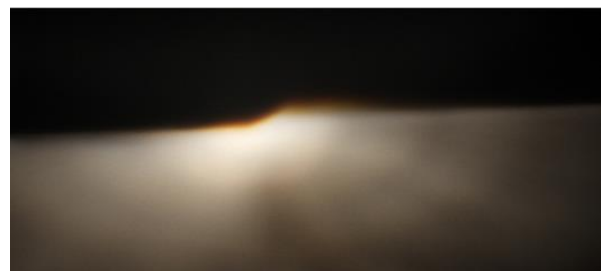
1.1. Badanie wiązki światła reflektora samochodowego z żarówką halogenową HB3

Badania zostały przeprowadzone w reflektorze zamontowanym w samochodzie, który był wyposażony w reflektor świateł drogowych i mijania w jednym układzie optycznym. Był to reflektor projekcyjny, który posiada jedno źródło światła a zmiana świateł drogowych na mijania odbywa się dzięki zastosowaniu specjalnej przesłony uruchamianej za pomocą siłownika elektromechanicznego.

Badania zostały przeprowadzone przy uruchomionym silniku. Pracujący silnik zapewniał stałą wartość napięcia zasilającego, którego wartość wynosiła 14 V. Samochód stał na płaskiej powierzchni w stałej odległości od ekranu pomiarowego.

Natężenie światła padającego na ekran w poszczególnych jego punktach zmierzono luksomierzem LX-103.

Na rysunku 1 przedstawiono fotografię wiązki świetlnej padającej na ekran pomiarowy.



Rys. 1. Strumień świetlny światła mijania wytwarzany przez żarówkę halogenową HB3

Wiązka światła generowana przez żarówkę HB3 umieszczoną w reflektorze jest asymetryczna i powinna zapewniać właściwe oświetlenie drogi. Granica światła i cienia jest ostro zarysowana i ma prawidłowy rozkład [4].

Do sprawdzenia oraz porównania rozsyłu światła przygotowano ekran pomiarowy dzięki któremu zmierzono rozkład natężenia światła w funkcji jego kąta padania.

Tab. 1. Rozkład procentowy natężenia światła dla świateł mijania z żarówką halogenową HB3 dla różnych kątów padania światła

Kąt padania w płaszczyźnie pionowej	Kąt padania w płaszczyźnie poziomej						
	20°	10°	5°	0°	5°	10°	20°
10°	0,4%	0,5%	0,7%	0,8%	0,7%	0,7%	0,4%
5°	0,6%	1,1%	1,6%	2,4%	1,8%	1,6%	0,6%
0°	3,7%	10,0%	24,2%	100%	51,1%	18,5%	4,2%
5°	2,9%	5,7%	6,8%	8,1%	6,8%	5,6%	2,2%
10°	0,6%	0,9%	1,4%	1,4%	1,5%	0,9%	0,4%

Pomiary natężenia światła w funkcji kąta jego padania przedstawiono w tabeli 1. Podaje ona procentowe natężenie światła w stosunku do wiązki centralnej dla kąta $\pm 10^\circ$ w płaszczyźnie pionowej i $\pm 20^\circ$ w płaszczyźnie poziomej w stosunku do osi reflektora.

Na rysunku 2 przedstawiono zdjęcie wiązki światła drogowego wytwarzaną przez żarówkę halogenową HB3 na ekranie pomiarowym.



Rys. 2. Strumień świetlny światła drogowego wytwarzany przez żarówkę halogenową HB3

Wiązka światła drogowego jest bardziej skierowana do góry względem światła mijania i oświetla ona drogę równomiernie po obu stronach. Zwiększenie natężenia światła w górnej części powoduje znaczny zasięg reflektorów.

Rozkład procentowy natężenia światła drogowego przedstawiony w tabeli 2 wskazuje że, jego największa wartość występuje przy kącie 5 stopni i skierowane jest ono w lewą stronę.

Otrzymane wyniki świadczą o prawidłowym ukształtowaniu wiązki światła badanego reflektora przy zastosowaniu żarówki halogenowej HB3.

Tab. 2. Procentowy rozkład natężenia światła dla światła drogowych z żarówką halogenową HB3 dla różnych kątów padania światła

Kąt padania w płaszczyźnie pionowej	Kąt padania w płaszczyźnie poziomej						
	20°	10°	5°	0°	5°	10°	20°
10°	3,0%	3,7%	4,8%	5,1%	4,9%	4,8%	3,7%
5°	8,0%	28,9%	39,1%	43,8%	51,6%	33,8%	8,1%
0°	4,3%	25,9%	128,0%	100%	103,5%	39,3%	4,9%
5°	3,8%	9,5%	17,2%	20,3%	20,6%	10,3%	3,4%
10°	1,6%	2,5%	3,5%	3,7%	3,8%	2,89%	1,7%

W czasie badań dokonano również oceny parametrów elektrycznych i świetlnych żarówki halogenowej HB3. Otrzymane wyniki przedstawiono w rozdziale 1.3.

Na rysunku 3 przedstawiono żarówkę halogenową HB3 wykorzystaną w badaniach.



Rys. 3. Żarówka halogenowa HB3 wykorzystana w badaniach światła mijania i drogowego

1.2. Badanie wiązki światła zamiennika LED żarówki halogenowej HB3

Do przeprowadzenia badań wykorzystano ten sam reflektor, który był użyty przy badaniu tradycyjnej żarówki halogenowej HB3. Do reflektora zmontowano zamiennik żarówki (LED), który pasuje do

oryginalnego gniazda zarówno od strony mocowania jak i połączenia elektrycznego.

Zastosowany zamiennik żarówki HB3 składa się z dwóch modułów. Pierwszy moduł to źródło światła LED oraz układ radiatora pasywnego odprowadzającego ciepło. Zastosowanie pasywnego radiatora zmniejsza długość całego układu i z łatwością mieści się obudowie reflektora. Drugi moduł to źródło prądowe zapewniające utrzymanie stałego prądu płynącego przez moduły LED w szerokim zakresie napięć zasilających. Producent podaje zakres napięć zasilających od 9 V do 36 V.

Zamienniki LED żarówki halogenowej HB3 przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Zamiennik LED żarówki halogenowej HB3 wykorzystany w badaniach światła mijania i światła drogowego

Na zdjęciu widoczna jest elastyczna taśma, która została wykonana z ocynkowanych drutów miedzianych. Służy ona jak radiator dla dwóch chipów LED. Taśma ta pozwala się dowolnie kształtować we wnętrzu reflektora. W czasie ciągłej pracy diod LED rozgrzewa się ona do temperatury około 60°C. Na zdjęciu widać chip LED, który jest wymiarami zbliżony do żarnika żarówki halogenowej. Umieszczony on jest dokładnie w tym samym miejscu co żarnik żarówki HB3. Takie ustawienia jest bardzo ważne dla prawidłowego ukształtowania wiązki światła.

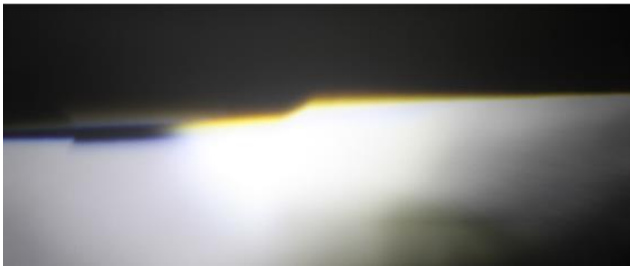
W tabeli 3 przedstawiono dane zamiennika LED udostępnione przez producenta.

Tab. 3. Parametry zamiennika LED

Nazwa parametru	Jednostka	Wartość parametru
Moc	W	25
Napięcie zasilania	V	9-36
Żywotność	h	30 000
Strumień świetlny	lm	2900
Rodzaj obudowy	-----	IP68
Zakres temp. pracy	°C	-40 ÷ 120

Na rysunku 5 przedstawiono wiązkę światła emitowaną przez diodę LED umieszczoną w reflektorze do światła mijania. Wiązka ma bardzo ostro i prawidłowo zarysowaną granicę światła i cienia. Oznacza to że, reflektor będzie prawidłowo oświetlał drogę [4].

W tabeli 4 przedstawiono procentowe natężenie światła w stosunku do punktu centralnego odpowiadającego kątowni 0 stopni w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Rozkład procentowy natężenia światła wskazuje, że reflektor ma prawidłowo ukształtowaną wiązkę światła asymetrycznego. Na tej podstawie można stwierdzić, że światło mijania nie będzie oślepić kierowców nadjeżdżających z przeciwnika.

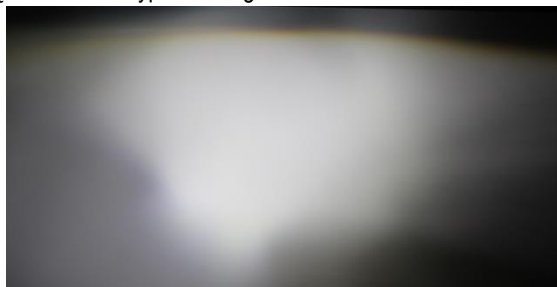


Rys. 5. Wiązka światła mijania generowana za pomocą diod LED

Tab. 4. Rozkład procentowy natężenia światła dla światła mijania z zamiennikiem LED

Kąt padania w płaszczyźnie pionowej	Kąt padania w płaszczyźnie poziomej							
	20°	10°	5°	0°	5°	10°	20°	
10°	0,3%	0,8%	1,2%	1,5%	1,2%	1,0%	0,5%	
5°	1,4%	4,7%	6,2%	9,1%	9,6%	7,1%	2,3%	
0°	3,1%	20,9%	52,6%	100%	60,0%	25,8%	3,7%	
5°	1,5%	5,1%	8,1%	11,1%	11,6%	6,0%	1,3%	
10°	0,4%	1,0%	1,5%	1,9%	1,6%	1,2%	0,5%	

Na rysunku 6 przedstawiono wiązkę światła drogowego emitowaną z reflektora wyposażonego w zamienniki LED.



Rys. 6. Wiązka światła drogowego generowana za pomocą diod LED

Tab. 5. Procentowy rozkład natężenia światła dla światła drogowych z zamiennikiem LED

Kąt padania w płaszczyźnie pionowej	Kąt padania w płaszczyźnie poziomej							
	20°	10°	5°	0°	5°	10°	20°	
10°	0,5%	1,2%	1,8%	2,2%	2,0%	1,4%	0,7%	
5°	1,8%	6,2%	10,2%	18,2%	16,4%	10,1%	2,5%	
0°	2,8%	6,2%	64,5%	100%	63,7%	28,9%	3,4%	
5°	1,7%	6,6%	17,0%	53,4%	14,9%	7,1%	1,6%	
10°	0,6%	1,3%	2,2%	2,8%	2,2%	1,6%	0,7%	

Na podstawie zdjęcia oraz wyników przedstawionych w tabeli 5 można stwierdzić, że światło drogowo uzyskiwane z diod LED tworzy bardziej rozmytą wiązkę światła niż żarówka halogenowa HB3. Reflektor z zamiennikiem LED kieruje wiązkę światła trochę wyżej niż reflektor wyposażony z żarówką halogenową. Jednak w przypadku światła drogowych najważniejsze znaczenie ma zasięg światła a nie ukształtowanie wiązki.

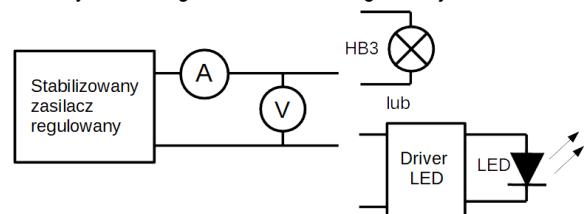
1.3. Porównanie parametrów świetlnych i elektrycznych żarówki halogenowej HB3 z jej odpowiednikiem LED

Producent zamiennika LED podaje informację, że zamiennik LED wytwarza strumień świetlny o wartości 2900 lm czyli prawie 2 razy większy niż żarówka halogenowa, ponadto przetwornica zapewnia pracę diod LED przy napięciu z przedziału 9-36 V (tabela 3).

Wynika z tego że, zastosowanie takiej przetwornicy zapewni stabilną pracę zamiennika LED ze stałym strumieniem świetlnym.

Badania porównawcze żarówki HB3 i jej zamiennika LED zostały przeprowadzone w układzie przedstawionym na rysunku 7.

Układ składał się z regulowanego zasilacza transformatorowego ze stabilizatorem, woltomierza i amperomierza cyfrowego. Do układu została podłączona żarówka HB3, a następnie jej zamiennik. Natężenie światła było mierzone luksomierzem LX 103 w odległości 1 m od źródła światła. W badaniach zakres napięć został ograniczony w celu uzyskania stabilnej pracy oraz nie przekraczania parametrów znamionowych, szczególnie żarówki halogenowej.



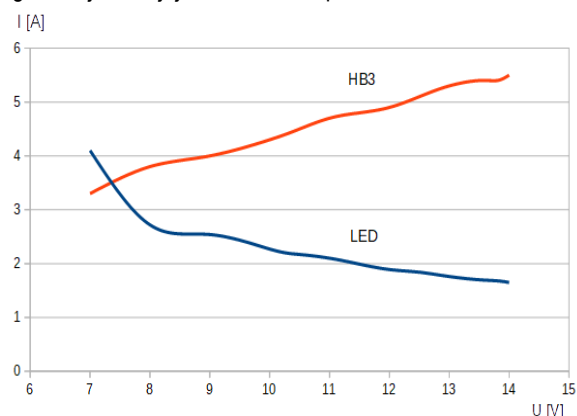
Rys. 7. Układ pomiarowy wykorzystywany do badania żarówki halogenowej HB3 i jej zamiennika LED

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów obliczono wartość strumienia świetlnego, moc pobieraną przez źródło światła oraz skuteczność świetlną. Parametry te zostały obliczone na podstawie znanych wzorów [1, 2, 3].



Rys. 8. Widok zamiennika LED i żarówki halogenowej HB3

Na rysunkach 9, 10, 11 i 12 przedstawiono porównanie wpływu napięcia zasilającego na parametry elektryczne i świetlne żarówki halogenowej HB3 i jej zamiennika w postaci diod LED.

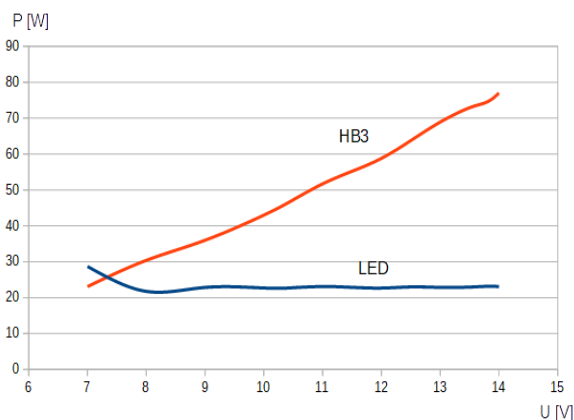


Rys. 9. Charakterystyka napięciowo-prądowa żarówki halogenowej HB3 i zamiennika LED

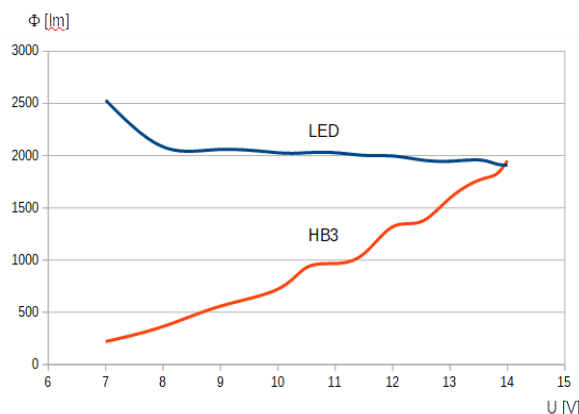
Z rysunku 9 wynika, że prąd pobierany przez diody LED zasilane przetwornicą maleje wraz ze wzrostem napięcia, natomiast dla żarówki halogenowej sytuacja jest odwrotna. W przypadku żarówki jest to normalne zjawisko, natomiast zmniejszanie prądu dla zamiennika LED wynika z jego sposobu działania.

Na rysunku 10 przedstawiono charakterystykę mocy pobieranej przez żarówkę HB3 oraz jej odpowiednika LED w funkcji napięcia

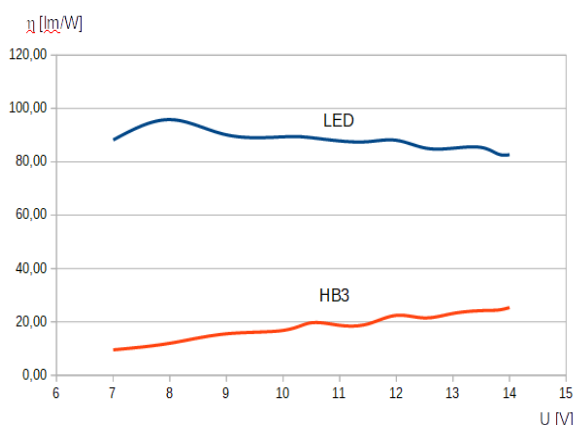
zasilającego. Z przedstawionego wykresu wynika, że sterownik utrzymuje stałą moc zasilającą diody LED, natomiast dla żarówki jej moc rośnie wraz ze wzrostem napięcia.



Rys. 10. Wpływ napięcia zasilającego na moc żarówki halogenowej HB3 i zamiennika LED



Rys. 11. Wpływ napięcia zasilającego na strumień świetlny żarówki halogenowej HB3 i zamiennika LED



Rys. 12. Wpływ napięcia zasilającego na skuteczność świetlną żarówki halogenowej HB3 i zamiennika LED

Na rysunku 11 przedstawiono wpływ napięcia zasilającego na strumień świetlny żarówki HB3 oraz jej zamiennika LED. Otrzymane wyniki świadczą o tym, że sterownik diod LED doskonale radzi sobie z utrzymaniem stałego strumienia świetlnego w bardzo szerokich granicach zmienności napięcia. Dla żarówki występuje znany efekt

zwiększania strumienia świetlnego wraz ze wzrostem napięcia zasilającego. Strumień świetlny zamiennika LED jest stały w przedziale napięć od 8 V do 14V. W przypadku jazdy samochodem napięcie zasilające może wahać się nawet od 11 V do 15 V więc można stwierdzić, że sterowniki modułów LED zapewni prawidłowe oświetlenie drogi nawet w warunkach skrajnych.

Na rysunku 12 przedstawiono wpływ napięcia zasilającego na skuteczność świetlną obu źródeł światła. Z przedstawionego rysunku wynika że, diody LED zapewniają ponad czterokrotnie większą sprawność przetwarzania energii elektrycznej na światło.

Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary pozwalają stwierdzić, że pojawiające się zamienniki żarówek halogenowych HB3 są źródłami światła, które można wykorzystać w reflektorach głównych samochodu. Ich rozkład światła i cienia w przypadku światła mijania jest identyczny jak dla żarówek halogenowych.

Po zastosowaniu diod LED światło mijania świeci trochę wyżej więc trzeba skorygować ustawienie reflektorów.

Większe rozbieżności występują przy światłach drogowych, ale światła drogowych używamy wyłącznie gdy nie ma innych użytkowników drogi.

Zastosowanie zamiennika LED znacznie zwiększa widoczność w nocy, co wynika z większego strumienia świetlnego jak również barwy światła zbliżonej do barwy dziennej, w której oko ludzkie najlepiej rozpoznaje obiekty na drodze.

Dodatkową zaletą zamiennika LED jest znaczne zmniejszenie energii pobieranej z instalacji samochodu. Żarówka halogenowa HB3 pobiera moc równą 69W natomiast zamiennik LED zaledwie 23 W.

Ponadto pomiary natężenia światła w centralnej części wiązki światła dla zamiennika LED wykazały prawie trzykrotny jego wzrost natężenia zarówno dla światła mijania jak i światła drogowych.

Bibliografia

1. BOGUTA A., Badanie zamienników LED żarówek halogenowych H4, Autobusy 12/2016
2. MAJCHER J., Rola magistrali CAN w diagnostyce współczesnych ciągników rolniczych, LOGISTYKA - 2014, nr 3
3. STYŁA S., Porównanie wybranych parametrów żarówek halogenowych H7, Logistyka 2015
4. TARGOSIŃSKI T., Badania brył fotometrycznych światła mijania w warunkach eksploatacyjnych, Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 228, 2006

Light stream emission validation of dipped and full beam headlight designed for HB3 halogen bulb after replacement by LED light source

The article describes analysis of a LED replacement for HB3 halogen bulb. It contains electrical and light parameters measurements of both light source types in terms of lighting the road at dusk and also photometric light shape comparison.

Keywords: LED, HB3.

Autorzy:

dr inż. **Artur Boguta** – Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Instytut Elektrotechniki i Elektrotechnologii, e-mail: a.boguta@pollub.pl