

POLITECHNIKA WARSZAWSKA WYDZIAŁ TRANSPORTU

Wybrane problemy techniki świetlnej w transporcie
Prowadzący dr inż. Piotr Tomczuk

Temat: Zastosowanie diod elektroluminescencyjnych w pojazdach samochodowych

Wykonał:
Krzysztof Przybylski

Warszawa 2010

Światła do jazdy dziennej z diodami świecącymi LED

Całodobowe używanie światła mijania, choć ważne ze względu na bezpieczeństwo, oznacza rocznie w skali kraju dziesiątki milionów litrów dodatkowo spalanej benzyny. Głównie ze względów ekologicznych, należałoby zatem stosować światła do jazdy dziennej, które mogą pobierać nawet 95% mniej mocy niż światła mijania. W pracy, na podstawie wymaganej bryły fotometrycznej światłości światła do jazdy dziennej, wyznaczono wymaganą wartość strumienia świetlnego oprawy. W oparciu o wyniki obliczeniowe oraz pomiarowe parametrów diod świecących LED o małej mocy i wąskim kącie świecenia zaprojektowano i skonstruowano model oprawy światła do jazdy dziennej.

Wprowadzenie

Od 17 kwietnia 2007 r., zgodnie z Ustawą z dnia 7 marca 2007 r. o zmianie ustawy - Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. 2007 r., Nr 57, poz. 381), „kierujący pojazdem jest obowiązany używać światła mijania podczas jazdy w warunkach normalnej przejrzystości powietrza.” Dopuszczone jest rozwiązanie alternatywne: „w czasie od świtu do zmierzchu w warunkach normalnej przejrzystości powietrza zamiast światła mijania kierujący pojazdem może używać światła do jazdy dziennej.” Problem celowości używania światła w dzień jest szeroko poruszany i w zasadzie nikt nie powinien mieć wątpliwości, że światła do jazdy dziennej poprawiają bezpieczeństwo na drogach [1]. Zagadnienie dodatkowych kosztów paliwa i aspektów ekologicznych jest już poruszane w różny sposób w zależności od tego, czy chce się udowodnić tezę, że przepis ten praktycznie nie wpływa na zużycie benzyny, czy też tezę odwrotną [2]. Używane powszechnie światła mijania z żarówkami o mocy 55 W to dodatkowa moc 110 W, która w porównaniu z mocą silników nawet małych samochodów rzeczywiście wydaje się niewielka. Chcąc oszczędzać do 10% energii, należy używać światła mijania o mocy 55 W, natomiast przy użyciu żarówek zastępowanych niewielkimi światłami.



Samochód bez oświetlenia. Samochód oświetlony światłami mijania. Samochód oświetlony lampami do jazdy dziennej.

Zakładając, że roczny przebieg pojazdu wynosi 15 000 km, 4/5 czasu jazdy odbywa się w dzień, średnia prędkość poruszania się 60 km/h, otrzymuje się dodatkowy czas używania światła mijania wynoszący 200 godzin i dodatkową energię 22 kWh. Energia ta musi zostać wytworzona przez alternator napędzany przez silnik. Zakładając 25% sprawność przetwarzania energii spalania benzyny w energię elektryczną otrzymuje się 88 kWh energii otrzymane ze spalanej benzyny. Przy cieple spalania benzyny wynoszącym 500 MJ/kg (13,9 kWh/kg) zużyta energia odpowiada 6,3 kg benzyny, czyli ok. 8,5 l (ciężar właściwy benzyny – 0,75 kg/l). Przeciętny użytkownik samochodu, przy koszcie benzyny wynoszącym 4,5 zł/l, poniesie rocznie dodatkowe koszty benzyny wynoszące tylko 38 zł. Nawet przy zwiększeniu zakładanego dodatkowego czasu używania światła mijania (np. przy ruchu w zatłoczonym mieście), doliczeniu kosztów używania światła pozycyjnych, które również muszą się świecić i kosztów żarówek, które muszą być częściej wymieniane, dodatkowe koszty wyniosą 100+200 zł rocznie [2].

Przedstawione wycenienia wskazują, że w porównaniu z rocznymi kosztami użytkownika pojazdu koszt dodatkowego używania światła mijania jest niewielki. Czy zatem instalowanie światła do jazdy dziennej może się opłacać? Zanim dokonano się dalszych obliczeń dla pojedynczego pojazdu, należy naświetlić problem całodobowego używania światła mijania z innego punktu widzenia. W skali gospodarki narodowej, w której na koniec 2005 roku zarejestrowanych było ok. 12,3 mln samochodów osobowych [3], i w której rocznie przybywa ponad 1 mln pojazdów, ilość spalanej dodatkowo benzyny wyniesie ponad 100 mln litrów. Pomijając dodatkowy koszt benzyny wynoszący rocznie ok. 500 mln złotych, to w takim stopniu wzrosło również zanieczyszczenie powietrza.



Diody LED – światła przyszłości

Bez wątpienia przyszłość oświetlenia samochodowego (choć nie tylko) należy do diod elektroluminescencyjnych. Firma OSRAM zrobiła kolejny ważny krok w kierunku upowszechnienia diod LED w reflektorach samochodowych. Dzięki zastosowaniu mikroprocesorów najnowszej technologii udało się uzyskać bardzo dobrą skuteczność świetlną przy znikomym wpływie na pobór energii i zużycie paliwa. W parze z jakością idzie również trwałość produktu sięgająca nawet do 50 000 godzin. Nie jest to bez znaczenia, szczególnie teraz, kiedy kierowcy mają obowiązek jazdy na światłach przez całą dobę.

Te doskonale właściwości postanowił wykorzystać niemiecki producent prestiżowych samochodów, firma Audi, wyposażając najnowszy model A4 w reflektory z diodami OSRAM Advanced Power TopLED. Dzięki temu diody LED produkowane przez firmę OSRAM Opto Semiconductors wkroczyły do pojazdów wyższej klasy średniej, zapewniając oprócz bardzo dobrej jakości światła również unikalny wygląd.



Najnowsze modele lamp dziennych w technologii LED

Diody LED trafiają ostatnio coraz częściej do elementów oświetlenia zewnętrznego pojazdów. Są montowane zarówno w seryjnych samochodach jak i dokupywane przez posiadaczy w ramach tuningu. Od dłuższego czasu stosowane w pojazdach do oświetlania tablicy przyrządów jak również we wszelkiego rodzaju lampkach sygnalizacyjnych.



Zastosowanie diody jako źródła światła niesie za sobą wiele korzyści. Elementy te są dużo bardziej trwałe oraz szybciej się załączają. Ta ostatnia cecha może mieć nawet spory wpływ na bezpieczeństwo, jeżeli diody LED zostaną zastosowane w światłach stopu. Kolejną zaletą diody jest znacznie mniejszy pobór mocy, co po przemnożeniu oszczędności przez liczbę poruszających się po naszych drogach pojazdów może mieć spory wpływ na ekologię.



LED w oświetleniu sygnalizacyjnym

We współczesnych samochodach jako tylne i boczne światła obytowe coraz częściej montowane są światła wykonane w technologii LED (diody emitujące światło). Zdecydowały o tym następujące przesłanki:

■ **mniej energię elektryczną** – w porównaniu z żarówkami tej samej mocy, światła LED zużywają o 88 proc. mniej energii elektrycznej.

■ **dluzszą żywotność** - żarówki w tylnych światłach pracują pod dużym obciążeniem z powodu wibracji, wilgotności, niskich i wysokich temperatur zewnętrznych itp. Ze względu na swoją konstrukcję standardowa żarówka typu P21W ma żywotność określoną na 500 godzin. Żywotność diody natomiast sięga 100 tys. godzin, co oznacza, że światło LED może pracować bez przerwy przez 11 i pół roku.

■ **większą oszczędność** - w przypadku hamowania, czasami potrzeba 200 ms, aby silnik żarówki rozgrzało się tak, by emitować światło o pożądanej jasności. Diody nie potrzebują czasu, by się rozgrzać, więc światło osiąga oczekiwaną jasność znacznie szybciej. W praktyce oznacza to, że światła z diodami wyprzedzą inne światła, co może być korzystne na drodze.

■ **mniej ciepła** - dzięki zmniejszeniu promieniowania termicznego, obudowy światła mogą być mniejsze, albo budowane z takich materiałów, które są mniej odporne na nagrzewanie.

■ **design i ergonomia** - dzięki technologii LED konstruktorzy mają większą swobodę twórczą i mogą w swej pracy coraz częściej uwzględniać aspekty ergonomiczne.

Światło stopu	Konwencjonalne źródła światła		Alternatywne źródła światła	
	P21W	25 W	LED	3 W
Kierunkowskaz	P21W	25 W	LED	4,5 W
Światło tylne	R09	5 W	LED	0,5 W
Światło cofania	P21W	25 W	HPV	16 W
Tylne światło przeciwmiełgiste	P21W	25 W	HPV	16 W
Zużycie energii po przejeździe 150 tys. km		24,4 kWh		3,4 kWh



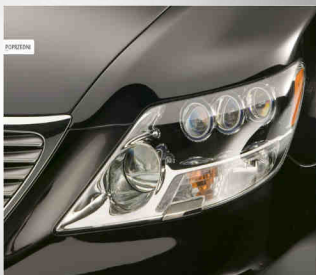
Oświetlenie tylne

W oświetleniu zewnętrznym samochodu diody LED znajdują duże zastosowanie głównie w światłach tylnych, a więc w światłach od których nie wymaga się by oświetlały np drogę. Zastosowanie diód w tych światłach jest korzystne, ponieważ poza większą szybkością załączania dają one dość żywy kolor światła, a zarazem zużywają znacznie mniej prądu. Nie bez znaczenia jest również fakt większej trwałości diód LED. Niektórzy producenci samochodów np. Volkswagen w Golfie Plus, zdecydowali się na zastosowanie diod dwukolorowych, które zależnie od potrzeby świecą kolorem czerwonym lub żółtym.



Oświetlenie przednie

- Zastosowanie diod w przednich lampach jest dużo bardziej skomplikowane. Światła te muszą, w przeciwieństwie do lamp tylnych, oświetlać drogę w sposób umożliwiający dobrą widoczność w nocy jak również w czasie złej pogody. Wydawać by się mogło, że połączenie kilku białych diod w zupełności mogło by załatwić sprawę. Jednak przy światłach przednich konieczne jest odpowiednie kontrolowanie strumienia świetlnego co jest stosunkowo trudne. Naukowcy badają możliwości kierowania światła z grupy diod, skłaniając się ku różnym rozwiązaniom.
- Rozpowszechnienie się technologii LED w produkcji reflektorów samochodowych nastąpiło w Europie po zmianie przepisów dotyczących świateł samochodowych, dzięki którym możemy używać świateł do jazdy dziennej zamiast świateł mijania.



LEDayFlex

LEDayFlex. To pierwsze na świecie światła dzienne, które można instalować w elastyczny sposób. Owe „łańcuchy świateł dziennych” wykonane są z indywidualnych modułów LED i mogą być instalowane w postaci indywidualnie formowanych kształtów. Światła **LEDayFlex** znajdują się w sprzedaży w postaci łańcuchów po 5, 6, 7 lub 8 modułów, w różnych wersjach instalacyjnych, każda z homologacją ECE – i każdy z wariantów będzie dostępny ze światłami pozycyjnymi lub bez nich. Tym samym Hella zmienia światła dzienne – które od 2011 roku będą obowiązkowym wyposażeniem nowych samochodów – w wyraz indywidualnej kreatywności. Oczywiście nie wolno zapominać, że także światła dzienne **LEDayFlex** wykazują się wszystkimi zaletami diodowych lamp dziennych, jak poprawa widoczności i poziomu bezpieczeństwa w połączeniu z długowiecznością i oszczędnością energii elektrycznej. Zapewniając niepowtarzalny wygląd samochodowi i poprawę bezpieczeństwa jazdy, **LEDayFlex** wymagają ekstremalnie mało miejsca na instalację, ponieważ światła są pozbawione odbłyśników i składają się wyłącznie z diod LED – a odległości ich montowania jedna od drugiej to 1-15 mm. Światła te zapalają się automatycznie po włączeniu silnika, a gasną po jego zgaszeniu lub po włączeniu świateł głównych auta – nie można więc zapomnieć o ich włączeniu. Samochody wyposażone w światła dzienne Helli nie wymagają oddzielnej homologacji ani dopuszczania do ruchu.



Światła **LEDayFlex** pozwalają także na oszczędności w porównaniu z klasycznymi halogenowymi lampami dziennymi, ponieważ użyte w nich wysokowydajne diody **Golden Dragon**, zapewniają maksimum oświetlenia przy minimalnym poborze prądu: zużywają jako lampy dzienne zaledwie 5,8 W, a jako lampy pozycyjne tylko 0,6 W! W dodatku są o wiele bardziej długowieczne niż typowe żarówki H7 stosowane w światłach dziennych – do 30 razy, a więc ich życie techniczne trwa ponad 10 000 godzin, tyle co życie techniczne samochodu.



LEDayFlex dostarczane są w kompletnym zestawie: dwa okablowane „łańcuchy” diodowe (po 5 do 8 modułów każdy), dwa sterowniki, instrukcja montażu i – jeśli tak postanowiono, światło pozycyjne. Okablowanie pomiędzy poszczególnymi modułami ma 85 mm długości, co pozwala na prawdziwie elastyczny montaż, na przykład w okrąg, poziomo, pionowo lub ukośnie. Kabel od pierwszego modułu do złącza ma 120 mm, a zapłoniki wyposażono we w pełni hermetyczne wtyki. Instalacja samochodu musi być wyposażona w odpowiednie dwustronne złącze. Na życzenie dostępna jest już przygotowana, profesjonalna instalacja z trzystykowym złączem AMP. Klienci, którzy chcą wykonać swoją instalację samodzielnie, mogą nabyć tylko styki dwustronne.

Lampy Helli LEDayLine do montażu akcesoryjnego nadają przedniemu pasowi auta jedyny w swoim rodzaju wygląd.

Ekstremalnie jasne, ekonomiczne i długowieczne światła dzienne w technologii diodowej LED włączają się automatycznie po uruchomieniu silnika. Światła te mogą być wykorzystywane również jako lampy pozycyjne.

7 watów mocy

Nowe światła dzienne **LEDayLine** mają wysokość zaledwie 28 mm i szerokość 220 mm. Gładka szyba pozwala zajrzeć do wnętrza lampy, na jednoliniową matrycę zestawu pięciu jaskrawych odbłyśników pokrytych parami aluminium. Pięć wysokowydajnych diod led rzuca światło pośrednio od dołu na odbłyśniki, które przekierowują strumień światła w przód.

W 12-woltowej instalacji samochodu lampa **LEDayLine** świeci zużywając zaledwie 7 watów mocy, co oznacza niemożliwe zwiększenie zużycia paliwa. Mając trwałość 10 000 godzin, lampy te wytrzymują tyle, ile cały samochód.

Zwarta, lekka obudowa ma zaledwie 90 mm głębokości i może być montowana z użyciem mocowania śrubowo-klipsowego. Do przyłączenia do instalacji samochodu użyć 500-milimetrowy kabel z zaizolowanym, nieodłącznym wejściem do lampy.



Dwie funkcje

Białe światło wysokowydajnych diod LED zapewnia świetną rozpoznawalność samochodu w świetle dziennym i nadaje jego przedniemu pasowi atrakcyjnego wyglądu, który utrzymuje się i nocą, ponieważ lampy te po włączeniu światła mijania mogą być wykorzystywane również jako światła pozycyjne. Zintegrowany przełącznik dba o to, by po włączeniu oświetlenia głównego lampy dzień automatycznie przechodziły w tryb pozycyjny. Jeśli LEDayLine są wykorzystywane również jako światła pozycyjne, konieczne jest dostosowanie auta do wymogów regulacji 48 ECE, a więc zdezaktywowanie fabrycznych światel pozycyjnych.

Uniwersalne w montażu

Najlepszym miejscem montażu tych akcesoryjnych światel jest przedni zderzak, gdzie zwykle jest wystarczająco dużo miejsca na taki montaż. Ta uniwersalna lampa dostępna jest w wydaniu „prawym” i „lewym”, z odpowiednio nachylonymi ściankami bocznymi obudowy, by można było się wpasować w nadwozia nowoczesnych aut. Lampy dostępne są także w wydaniu 24-woltowym. Plany Komisji Europejskiej przewidują, by od lata 2011 światła dzieńne były obowiązkowe we wszystkich noworejestrowanych samochodach. Jazda z włączonymi światłami dziennymi w ciągu dnia poprawia bezpieczeństwo i jest ekologiczna, co potwierdziło badanie Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, Federalny Instytut ds. Drogownictwa) z roku 2005. Według tego badania najlepsze są ekonomiczne lampy dzieńne, skonstruowane specjalnie do tej roli. Zwiększone o 0,02 l spalanie paliwa jest praktycznie niezauważalne i niezauważalne.



Audi należy do pionierów używania diod LED w przednich lampach. Po pasach świetlnych służących do świecenia dzień, jako pierwszy producent samochodów zaoferuje przednie lampy składające się wyłącznie z diod LED. Diody świetlne Audi po raz pierwszy wykorzystano w roku 2001. W produkcji seryjnej zastosowano je w modelu A4, A5, S6, A8 W12 czy R8, gdzie służą jako światła zewnętrzne, kierunkowskazy czy światła mijania. Oprócz Audi diody świetlne wykorzystuje Lexus w modelu LS.

Audi R8 w standardzie wyposażono w przednie światła z pasem świetlnym z 24 diod służącym do świecenia w dzień. Jednak na liście wyposażenia opcjonalnego pojawiła się teraz nowość – lampy składające się wyłącznie z 54 diod, które pełnią wszystkie funkcje tradycyjnych lamp zespolonych – włącznie ze światłami długimi i kierunkowskazami. Audi wyceniło nowość na 3590 euro.

Atutem diod świetlnych jest niskie zużycie energii (50 watów dla światel mijania i 10 watów dla światel dziennych) oraz kolor, który najbardziej zbliżony jest do dziennego światła. Dzięki czemu jest przyjemniejszy dla oka ludzkiego. Dodatkowo diody mają dłuższą żywotność i wymagają mniejszego napięcia. Dzięki temu projektowanie i pozwalają designerom na większą swobodę przy projektowaniu samochodów.

Na zdjęciu wyznaczone są cztery sekcje, w których rozmieszczone diody. Pod numerem jeden znajduje się moduł światel mijania, numer dwa wskazuje na diody służące jako światła długie, numer trzy to kierunkowskazy, a pod czwórką znajduje się światła dzieńne.



Topowe Audi R8 V10 jest pierwszym autem na świecie, w którym znajdzie się jedyny w swoim rodzaju pakiet oświetlenia.

W sportowym R8 V10 pojawiły się pierwsze na rynku w pełni diodowe reflektory. Poza lampami do jazdy dzieńnej zastosowano również diodowe kierunkowskazy oraz diodowe światła mijania i drogowe. Zaletą nowej technologii jest mniejsze zużycie paliwa oraz dokładniejsze odzwierciedlenie światła dziennego.

Dodatkowym akcentem podkreślającym zaawansowanie technologiczne sportowego Audi będą diody LED podświetlające przestrzeń na nogi w kabinie pasażerskiej oraz „LED-y” ozdabiające komorę silnika.



Diody LED w reflektorach głównych



Do tej pory diody świetlne były wykorzystywane jako światła „stop”. Audi A8 W12 ma reflektory przednie z białymi diodami służącymi jako światła pozycyjne i dzieńne.

Diody świetlne typu LED to diody półprzewodnikowe przetwarzające prąd elektryczny na światło. Najczęściej można je zobaczyć w dodatkowej lampie „stop”. Diody świetlne mają szereg zalet: są odporne na wstrząsy, mają dużą trwałość, są ekonomiczne i zapalają się o 0,2 s. szybciej od tradycyjnej żarówki, dlatego właśnie są wykorzystywane jako światła „stop”. Firma Hella, znany producent oświetlenia, opracowała reflektor przedni wykorzystujący białe diody jako światła pozycyjne i dzieńne. W każdym reflektorze 5 diod rozmieszczono jak pięć oczek na kostce do gry. Dzięki temu charakterystycznemu rozmieszczeniu diod, Audi A8 w wersji W12 jest rozpoznawalny także w nocy. Barwa światła emitowanego przez diody jest identyczna ze światłem lamp ksenonowych.

Diody Advanced Power TopLED

ze względu na niewielkie wymiary (3 x 3,2 mm) dają projektantom samochodów duże pole do popisu. Luksusowy Cadillac Escalade Platinum jest pierwszym pojazdem z kategorii SUV (Sport Utility Vehicle) na świecie, który zostanie standardowo wyposażony w takie reflektory. Dodatkowo diody te spełniają wszystkie funkcje charakterystyczne dla reflektorów – światel krótkich, długich, dziennych, pozycyjnych oraz kierunkowskazów. W każdym reflektorze umieszczono siedem diod LED OSTAR Headlamp – pięć do światel krótkich i dwie do długich. Światła do jazdy dzieńnej działają dzięki ściemnianiu światel krótkich. Oznacza to, że w przypadku diod LED nie ma potrzeby stosowania dodatkowego źródła światła. Każdy reflektor ma także światła pozycyjne (białe diody Advanced Power TopLED) oraz światła kierunkowskazów (żółte diody Power TopLED).



Diody LED OSTAR Headlamp zostały stworzone z myślą o przemyśle motoryzacyjnym. Dzięki temperaturze barwowej 5500 K (wyższej niż w przypadku światel ksenonowych – 4000 K), te małe źródła światła dają taki efekt, jak w przypadku naturalnego światła dziennego. Diody LED OSTAR są wyjątkowo odporne i mogą działać w zakresie temperatury otoczenia wynoszącej od -40° do +125°C. Świetnie sprawdzają się nawet wtedy, gdy umieszczone są w pobliżu silnika o dużej mocy.



Dziękuję za uwagę.