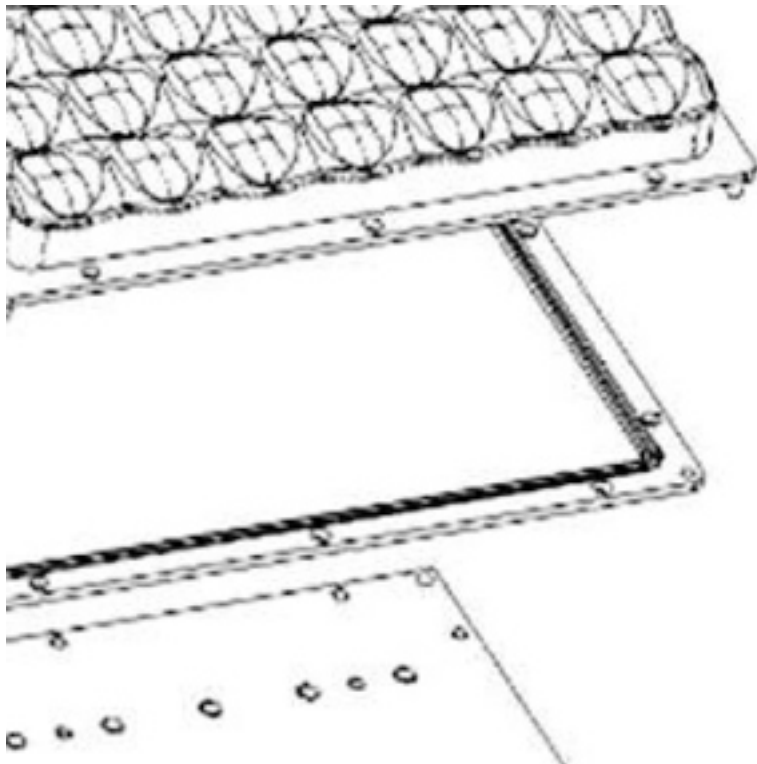


Lampy stosowane w oświetleniu ulicznym, ze szczególnym uwzględnieniem źródeł LED cz. III

Utworzono: środa, 09, maj 2012 09:03 Przemysław Tabaka



Pierwszymi lampami w oświetleniu ulicznym były lampy gazowe, następnie lampy żarowe, potem świetlówki, wysokoprężne lampy rtęciowe, niskoprężne lampy sodowe, wysokoprężne lampy sodowe, lampy metalohalogenkowe oraz elektroluminescencyjne źródła światła, powszechnie znane jako źródła LED (z ang. Light Emitting Diodes).

Źródła światła w oświetleniu ulicznym

Z uwagi na niskie parametry fotometryczne od wielu już lat nie stosuje się lamp żarowych w oświetleniu ulicznym. Także wysokoprężne lampy rtęciowe, stanowiące dawniej najczęściej stosowane źródło w oświetleniu zewnętrznym utraciły obecnie swoją pozycję na rzecz wysokoprężnych lamp sodowych. O ich wyborze zdecydowały wysoka trwałość i skuteczność świetlna. Z ekonomicznego punktu widzenia najbardziej efektywnymi źródłami światła (charakteryzujące się najwyższą skutecznością świetlną) są niskoprężne lampy sodowe. Jednakże z powodu na wysyłane przez nie praktycznie promieniowanie monochromatyczne (brak oddawania jakichkolwiek barw) zastosowanie tych lamp w oświetleniu drogowym sprowadza się do obszarów nie zamieszkałych (drogi szybkiego ruchu, mosty, tunele). Warto też podkreślić, że lampy te powinny pracować w ściśle określonej przez producenta pozycji (z uwagi na ograniczenie przemieszczania się ciekłego sodu), co jest jedną z istotnych wad w porównaniu z innymi lampami wyładowczymi. Oprócz tego w wyniku ruchu samochodów powstające drgania przenoszą się na słupy i wysięgniki, co niekorzystnie wpływa na trwałość tych źródeł (następuje mechaniczne uszkodzenie jarzników). Kolejną ujemną cechą tych lamp są znaczne (w porównaniu z np. wysokoprężnymi lampami sodowymi) wymiary geometryczne (tab. 2.) oraz wyższa ich cena (tab. 3.).

Lampy stosowane w oświetleniu ulicznym, ze szczególnym uwzględnieniem źródeł LED cz. III

Utworzono: środa, 09, maj 2012 09:03 Przemysław Tabaka

Wysokoprężne lampy sodowe						
Moc lampy	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W
Długość*	156 mm	156 mm	211 mm	211 mm	257 mm	283 mm

Niskoprężne lampy sodowe						
Moc lampy	18 W	35 W	55 W	90 W	135 W	180 W
Długość*	311 mm	311 mm	425 mm	528 mm	775 mm	1120 mm

* - liczona od podstawy trzonka do wierzchołka źródła

Wysokoprężne lampy sodowe z bańką eliptyczną powlekaną						
Moc lampy	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W
Cena	52,00 zł	52,00 zł	72,15 zł	72,15 zł	76,10 zł	94,90 zł

Wysokoprężne lampy sodowe z bańką cylindryczną przezroczystą						
Cena	x	48,60 zł	x	61,75 zł	74,40 zł	82,70 zł

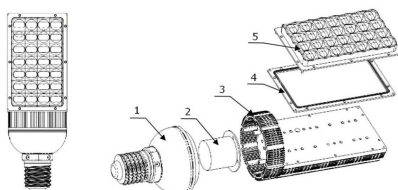
Lampy metalohalogenkowe z bańką eliptyczną przezroczystą, eliptyczną powlekaną						
Cena	x	104,50 zł ¹	110,00 zł ¹	122,00 zł ¹	154,00 zł ¹	175,00 zł ¹

Niskoprężne lampy sodowe						
Moc lampy	18 W	35 W *	55 W *	90 W *	135 W *	180 W
Cena	92,00 zł	80,00 zł	89,00 zł	115,00 zł	145,00 zł	209,00 zł

x - brak informacji; * - produkt wycofany

Ostatnimi czasy obserwuje się dynamiczny rozwój lamp metalohalogenkowych. Zasadniczą ich zaletą jest wysoki wskaźnik oddawania barw, co ma szczególne znaczenie w oświetleniu miejskim, w którym przez dłuższy czas przebywają ludzie (np. parki, tereny centrów handlowych, reprezentacyjne ulice). Niestety, ze względów eksploatacyjnych (mniejsza trwałość, skuteczność świetlna oraz wysoka cena źródła) są one mniej atrakcyjne od wysokoprężnych lamp sodowych. Źródłami najnowszej generacji stosowanymi w oświetleniu ulicznym są diody elektroluminescencyjne. Diody LED znane są już od dawna, głównym jednak czynnikiem hamującym wprowadzenie ich do oświetlenia drogowego był kłopot z możliwością otrzymania światła białego przy zadowalającej skuteczności świetlnej. Prowadzone przez konstruktorów intensywne prace w tym zakresie pozwoliły na uzyskanie źródła o barwie światła porównywalnej z lampami metalohalogenkowymi i o skuteczności świetlnej porównywalnej z wysokoprężnymi lampami sodowymi niskiej mocy.

Cechą charakterystyczną diody LED są ich małe wymiary. Z uwagi jednak na stosunkowo nieduży strumień świetlny pojedynczego źródła projektując „lampę” czy oprawę oświetleniową, zachodzi potrzeba budowy układów wieloźródłowych (matryc LED), co w efekcie wpływa na zwiększenie ich gabarytów. Przykład takiego źródła (składającego się z 28-miu jednowatowych diod LED) przedstawiono na rys. 1. Jest ono przez producentów traktowane jako zamiennik wysokoprężnych lamp sodowych o mocach 100 i 150 W.



Diody elektroluminescencyjne, tak samo jak lampy wyładowcze, nie mogą być włączone bezpośrednio do sieci zasilającej. LED-y z uwagi na określoną polaryzację (bez uszkodzenia przewodzą tylko w jednym kierunku) oraz niewielkie napięcia przewodzenia (wynoszące zwykle od 1,4 V do 3,5 V) wymagają specjalnego zasilania. Po pierwsze musi być to źródło prądu stałego, a po drugie napięcie zasilające należy odpowiednio obniżyć. Funkcję tę w lampie na rys. 1. realizuje wbudowany układ zasilający. Oczywiście każdy dodatkowy element współpracujący ze źródłem światła będzie generował dodatkowe straty mocy, wobec czego prezentowana lampa (rys. 1.) zamiast 28 W będzie pobierała większą moc, która wg [6] wynosi 37 W. Parametry elektryczne i fotometryczne źródła z diodami LED

Lampy stosowane w oświetleniu ulicznym, ze szczególnym uwzględnieniem źródeł LED cz. III

Utworzono: środa, 09, maj 2012 09:03 Przemysław Tabaka

przeznaczono w tabeli 4. Wobec faktu, że przedstawiana lampa traktowana jest jako bezpośredni zamiennik WLS dodatkowo zamieszczono parametry wysokoprężnych lamp sodowych.

Analizując dane zestawione w tabeli 4. można stwierdzić, że występują rozbieżności pomiędzy parametrami deklarowanymi przez producenta źródła LED a wartościami pochodzącymi z pomiarów. Zarówno strumień świetlny jak i skuteczność świetlna są niższe. W celu podkreślenia wyjątkowej energooszczędności lampy LED, producent podał skuteczność świetlną samego źródła światła, pomijając istotny fakt, że źródło to wymaga współpracy z zasilaczem. Warto także zwrócić uwagę na wartość deklarowanego strumienia świetlnego (2 300 lm). Jest ona ponad czterokrotnie niższa od strumienia dla WLS 100 W i ponad siedmiokrotnie niższa od WLS 150 W. Bryły fotometryczne lamp wyładowczych mają kształt wynikający z rozkładu luminancji na ich powierzchni, a zatem nie spełniają wymagań dot. rozsyłu światła, istotnego z punktu widzenia oświetlenia drogowego (strumień świetlny wypromieniowany jest zarówno w górną jak i dolną półprzestrzeń). Zachodzi zatem potrzeba sztucznego ukształtowania bryły fotometrycznej – w tym celu wykorzystuje się odbłyśniki, w które wyposażone są oprawy oświetleniowe. Niestety, każdemu takiemu procesowi będą towarzyszyły straty (część strumienia świetlnego zostanie pochłonięta). Taką miarą poniesionych strat dla uzyskania właściwego (pożądanego) rozkładu przestrzennego strumienia świetlnego jest sprawność oprawy oświetleniowej, opisana zależnością (3). A zatem jeśli przyjąć, że sprawność oprawy oświetleniowej η_{opr} jest na poziomie 0,8, to strumień świetlny wypromieniowany z oprawy Φ_{opr} wyniesie odpowiednio: przy WLS 100 W 8000 lm, a przy WLS 150 W 13 600 lm. W przypadku lampy LED bryła fotometryczna jest już ukształtowana (strumień świetlny promieniowany jest do dolnej półprzestrzeni), tak więc w zasadzie nie ma tu mowy o dodatkowych stratach strumienia świetlnego (czyli $\Phi_{opr} = \Phi_o$).

$$\eta_{opr} = \frac{\Phi_{opr}}{\Phi_o} \quad (3)$$

w którym: Φ_o – całkowity strumień świetlny wysyłany przez nieosłonięte, gołe źródło światła

Biorąc pod uwagę wcześniejsze rozważania, można stwierdzić, że pomimo braku strat strumienia świetlnego w oprawie oświetleniowej z zainstalowaną lampą LED, prezentowane źródło światła z punktu widzenia emitowanego strumienia świetlnego może co najwyżej (i to z dużym przybliżeniem) stanowić zamiennik wysokoprężnej lampy sodowej o mocy 50 W. Gdyby jeszcze dodatkowo wziąć pod uwagę wysoki koszt takiego źródła (cena około 350 zł netto), to lampa ta wydaje się być mało konkurencyjna dla opraw z lampami sodowymi. Warto też wspomnieć, że instalując źródło LED w oprawie współpracującej z lampą wyładowczą należy dokonać modyfikacji w komorze osprzętu elektrycznego oprawy oświetleniowej. Takie

Lampy stosowane w oświetleniu ulicznym, ze szczególnym uwzględnieniem źródeł LED cz. III

Utworzono: środa, 09, maj 2012 09:03 Przemysław Tabaka

elementy jak dławik oraz układ zapłonowy należy wyeliminować z układu zasilania źródła LED.

Źródła światła stosowane w oświetleniu ulicznym na terenie miasta Łodzi

W oświetleniu ulicznym w Łodzi wykorzystywane są w zasadzie wyłącznie wysokoprężne lampy sodowe (WLS) o mocach od 70 do 400 W. Najwięcej wśród nich jest opraw z lampami o mocy 100 W (tab. 5.). W użyciu pozostają także lampy rtęciowe (LRF). Z uwagi jednak na niskie parametry fotometryczne, będą one sukcesywnie zastępowane lampami sodowymi i tak np. w roku 2012 przewidziano do wymiany ok. 1 500 tych lamp. Jedna z łódzkich ulic (na osiedlu domków jednorodzinnych) oświetlona została oprawami współpracującymi z diodami elektroluminescencyjnymi, które zasilane są energią słońca i wiatru. Na konstrukcji wsporczej (nad oprawą LED) zainstalowano panele fotowoltaiczne oraz mikroturbinę wiatrową.

Źródło	WLS					LRF	LED hybryd.
	Moc źródła	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	
Liczba punktów świetlnych	16 000	88 000	9 000	7 000	9 000	8 000	16

Uwagi i wnioski końcowe

Diody elektroluminescencyjne to nowoczesne i dynamicznie rozwijające się źródła światła. Głównym ich atutem, szczególnie podkreślanym przez producentów, jest energooszczędność i duża trwałość. Niestety bardzo często wiele informacji na temat LED-ów jest mało rzetelnych. Obecnie realna skuteczność świetlna półprzewodnikowych źródeł światła jest na poziomie nie przekraczającym 50 lm/W, a zatem niższa niż wysokoprężnych lamp metalohalogenkowych czy wysokoprężnych lamp sodowych. Co prawda istnieją już diody LED o skuteczności na poziomie 200 lm/W, ale póki co są to rozwiązania uzyskiwane w warunkach laboratoryjnych, które różnią się od rzeczywistych, występujących w sprzęcie oświetleniowym. Trudno też określić jaka jest rzeczywista trwałość tych źródeł albowiem w zasadzie nie sposób jest ją zweryfikować w badaniach laboratoryjnych. Wiadomo natomiast, że trwałość LED w bardzo dużym stopniu zależy od temperatury pracy. A zatem umieszczenie lampy LED w hermetycznej oprawie drogowej (w miejsce tradycyjnej „sodówki”) niewątpliwie pogorszy warunki chłodzenia źródła, co może spowodować skrócenie jego trwałości.

Duże zainteresowanie diodami elektroluminescencyjnymi jest w głównej mierze efektem sprawnie działającego marketingu producentów, pokazującego najczęściej tylko ich zalety. Trudno zatem się dziwić, że przeciętnemu Kowalskiemu źródła te kojarzą się z nowoczesnością, ekologią oraz dużą trwałością. Wobec faktu, że brak jest doświadczeń z eksploatacją półprzewodnikowych źródeł światła w oświetleniu drogowym, rozsądnym rozwiązaniem wydaje się być zainstalowanie tych lamp na okres próbny na wybranej ulicy.

dr inż. Przemysław Tabaka
Politechnika Łódzka

Lampy stosowane w oświetleniu ulicznym, ze szczególnym uwzględnieniem źródeł LED cz. III

Utworzono: środa, 09, maj 2012 09:03 Przemysław Tabaka

Literatura:

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne
2. Bereszyński M.: XXI wiek, a w Łodzi nadal ciemno, Dziennik Łódzki z dn. 26.08.2011 r.
3. Wolska A., Pawlak A.: Oświetlenie stanowisk pracy, Warszawa 2007
4. Wiśniewski A.: Elektryczne źródła światła, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2010 r.
5. Żagan W.: Podstawy techniki świetlnej, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2005 r.
6. Górczewska M.: Zastosowanie diod LED w oświetleniu zewnętrznym, Przegląd Elektrotechniczny R. 85 NR 11/2009, str. 229-232

Artykuł został przygotowany na Konferencję „Projektowanie oraz modernizacja infrastruktury oświetleniowej”, zorganizowaną przez DENDROS - Rosnówko k. Poznania, 28-29 lutego 2012 r.