

LED – czy to panaceum na każde zastosowanie oświetlenia

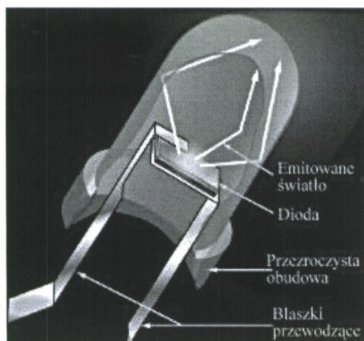
Prezentowany artykuł ukazuje zalety i wady popularnych zamienników żarówek, tzw. LED, i sposób ich działania.

mgr inż. Janusz Strzyżewski, Członek Polskiego Komitetu Oświetleniowego SEP ■

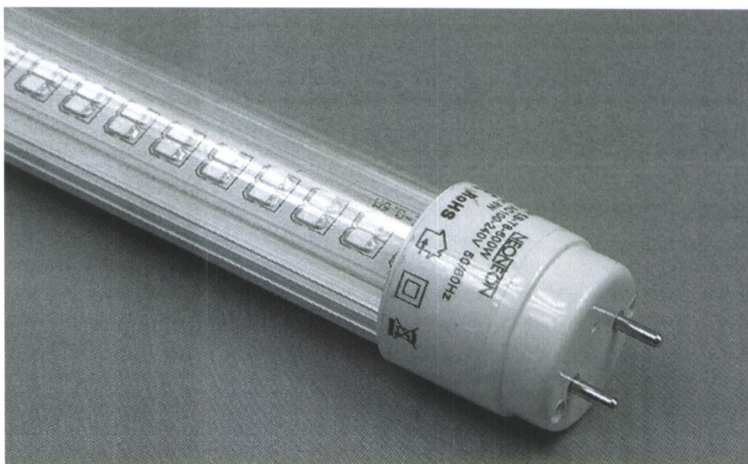
Modnym ostatnio źródłem światła są diody świecące, zwane w skrócie LED (ang. Light Emitting Diode). Budowę tego półprzewodnikowego źródła światła ilustruje rysunek 1.

Trwałość

Reklamowana 100 000-godzinna trwałość LED w praktyce jest przynajmniej o połowę niższa, ponieważ zależy od szeregu czynników, takich jak: wahania napięcia, zmiany temperatury pracy czy jakość połączeń z układami zasilania, a także trwałość samych układów zasilających. **Żywotność LED określa się jako czas, po którym lampka utraci określony procent początkowego strumienia świetlnego.** Zgodnie z wytycznymi stowarzyszenia producentów *Illuminating Engineering Society (IES)* standardem do obliczania życia LED jest punkt, w którym spadek strumienia świetlnego osiąga 30% w stosunku do strumienia początkowego. Jest to tzw. **punkt L70, w którym lampka zachowuje jeszcze 70% wartości**



Rys. 1 Zasada budowy LED [LED EKOLOGIA]



Rys. 2. Taka lampka wyposażona w „czipy” ledowe wymaga umieszczenia w oprawie z kloszem rozpraszającym światło.

początkowego strumienia świetlnego. Po osiągnięciu tego punktu LED będzie działał nadal, ale strumień świetlny będzie stopniowo ulegał dalszemu liniowemu zmniejszaniu.

Odprowadzanie ciepła

Poważnym problemem jest konieczność odprowadzania ciepła, ponieważ strumień świetlny LED zależy w poważnym stopniu od temperatury, w jakiej znajduje się złącze półprzewodnikowe, i maleje wraz z jej wzrostem. Pomimo że moc jednostkowa „czipu” LED to maksymalnie kilka watów, problemem jest efektywne odprowadzanie ciepła z bardzo małej powierzchni.

Bardzo małe wymiary diody powodują także konieczność rozwiązywania innego problemu. W diodach świecących mamy do czynienia z trudną do ograniczenia bardzo wysoką luminan-

cją. Dlatego też umieszczanie nieosłoniętych lamp z diodami nad błyszczącymi powierzchniami, takimi jak blat kuchenny czy też blat stołu w biurze, może powodować powstawanie przeszkadzających odbić o dużej jasności. Nieporozumieniem jest stosowanie w takich miejscach nieosłoniętych kloszem „świetlówek” ledowych w postaci długiej rury z rozmieszczonymi na niej diodami (rys.2). W reklamach nie ma o tym ani słowa. Lampy tego typu są oferowane jako zamienniki standardowych świetlówek rurowych mających dużo niższą luminancję. Dla porządku należy jednak stwierdzić, że oferowane są również lampy z diodami umieszczonymi w rurze ze szkła mlecznego.

Teoretycznie oprócz wysokiej trwałości LED mogą osiągnąć wysoką skuteczność świetlną w warunkach laboratoryj-

nych. **W praktyce skuteczność świetlna diod LED produkowanych obecnie seryjnie nie przekracza 70 lm/W**, pomimo że w warunkach laboratoryjnych uzyskuje się 200 lm/W, a nawet więcej. Lansowane ostatnio lampy diodowe (podobnie jak i świetlówki kompaktowe) wymagają bardzo ostrożnego wyboru. Na rynku jest wiele typów lamp, lecz nie wszystkie mają parametry prezentowane w reklamach. Sytuacja jest podobna do tej, gdy na rynku zaczęły pojawiać się świetlówki kompaktowe, lansowane jako doskonałe zamienniki standardowych żarówek. Zarówno świetlówki kompaktowe, jak i kompaktowe lampy ledowe (nie należy używać nazwy „żarówka ledowe”, ponieważ w lampach tych nic się nie żarzy) oferowane są przede wszystkim jako zamienniki standardowych żarówek. Istnieje także wersja przewidziana jako zamienniki świetlówek rurowych. Powszechnie dotychczas stosowane (przede wszystkim w mieszkaniach) standardowe żarówki, zgodnie z dyrektywą unijną, zostały wycofane ze sprzedaży. Spowodowane jest to ich niską trwałością i małą skutecznością świetlną. Przy wyborze zamiennika należy pamiętać, że podstawową wartością charakteryzującą źródło światła jest jego strumień świetlny. Wartość tego strumienia należy więc porównywać, dobierając zamienniki standardowych żarówek. Przykłady zestawiono w tabeli 1 sporządzonej w oparciu o wytyczne zamieszczone w dyrektywie UE.

W przypadku LED strumień świetlny lampy dobranej jako zamiennik standardowej żarówki powinien być o kilka procent większy, m.in. ze względu na wpływ kąta rozsyłu na wielkość relatywnego strumienia świetlnego. Istotną właściwością większości źródeł światła, w tym również diod elektroluminescencyjnych, jest stopniowa utrata wartości emisji światła (LED nie przepali się gwałtownie jak zwykła żarówka). **Oznacza to, że dioda może świecić bardzo długo, jednak czas, w którym jej strumień świetlny zachowuje użyteczną wartość, jest znacznie krótszy i zależy od wielu czynników** (jak wspomniano głównie od temperatury, w jakiej pracuje złącze półprzewodnikowe tworzące diodę). Najmniej trwałe są diody białe i niebieskie. Większą trwałość mają diody czerwone, pomarańczowe i żółte.

Z punktu widzenia techniki oświetlenia istotna jest użyteczna trwałość LED świecących białym światłem. Średni czas życia białej diody pracującej w temperaturze otoczenia +60° jest ok. 4 razy krótszy niż w przypadku takiej samej diody pracującej w temperaturze +20° C. W praktyce trwałość lampy ledowej dobrej jakości można szacować na 30 000 do 50 000 godzin.

Omówione uprzednio problemy chłodzenia dotyczą przede wszystkim diod o dużej mocy. Dlatego wprowadzanie na rynek diodowych zamienników standardowych żarówek następuje dosyć powoli, poczynając od

najmniejszych mocy do większych. Na dziś (połowa 2013 roku) w Polsce jest sporo dostępnych zamienników żarówek o mocach do 40 W (pomijając lampy o zafalszowanych danych), natomiast trudno o zamienniki żarówek większych mocy. Firma PHILIPS oferuje zamiennik żarówki 60-watowej pobierający moc 12 W i dający strumień świetlny 806 lm (rys. 3) (por. tablica 1).

W USA firma SWITCH oferuje lampę diodową SWITCH 100 o mocy 21 W i strumieniu świetlnym 1600 lm, która może być zamiennikiem żarówki o mocy 100 W (por. tablica 1).

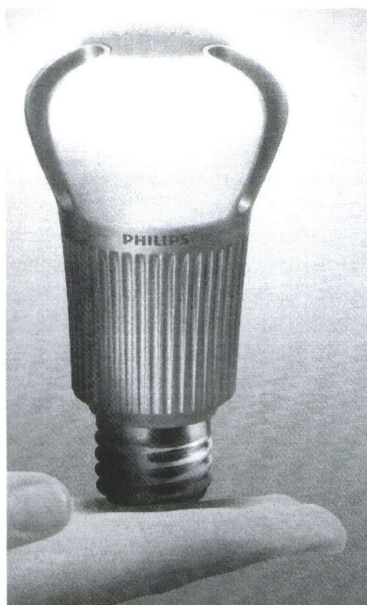
Szczególnie starannie należy dobierać lampy diodowe umieszczane w oprawach oświetleniowych instalowanych w sufitach podwieszanych oraz montowanych na stropach pomieszczeń. W miejscach tych z natury rzeczy temperatura jest najwyższa.

W oświetleniu ważną rolę spełniają również oprawy. Odpowiednie ukształtowanie odbłyśnika lub wyposażenie oprawy w raster, względnie klosz, ogranicza możliwość oślnienia poprzez utworzenie kąta ochrony i eliminację bezpośredniego promieniowania źródła światła. Jest to szczególnie ważna funkcja w przypadku LED, ponieważ, jak już wspomniano, charakteryzują się one dużą luminancją. Oprawy przeznaczone dla ledowych źródeł światła konstruowane są ponadto w taki sposób, aby zapewnić dobre odprowadzanie ciepła. Przykładem może być oprawa przystosowana

Tablica 1. Zamienniki dla standardowych żarówek (opracowanie autora na podstawie rozporządzenia Komisji (WE) Nr 244/2009 z 18 marca 2009 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE – zastąpionej dyrektywą 2009/125/WE Parlamentu Europejskiego i Rady)

Żarówka standardowa		Wymagany minimalny znamionowy strumień świetlny zamiennika [lm]		
Moc [W]	Strumień świetlny ¹⁾ [lm]	Żarówka halogenowa	Świetlówka kompaktowa	LED
25	220	217	229	249
40	420	410	432	470
60	710	702	741	806
75	940	920	970	1055
100	1360	1326	1398	1521

¹⁾ wartości średnie



Rys.3. Światło na dłoni – lampa ledowa 12 W 806 lm zamiennik żarówki o mocy 60 W (PHILIPS)



Rys. 4. Oprawa przeznaczona do ledowych źródeł światła – u góry widoczny radiator (LUG)



Rys. 5. Przykład zastosowania LED w iluminacji obiektów [PHILIPS]

Tablica 2. Podstawowe dane techniczne OLED ORGEOS (wg katalogu OSRAM)

MOC	0,65 W
PRĄD ZASILAJĄCY	186 mA
SKUTECZNOŚĆ ŚWIETLNA	23 lm/W
TRWAŁOŚĆ	5000 GODZIN
TEMPERATURA BARWOWA ŚWIATEŁA T_c	2800 K
WSKAŹNIK ODDAWANIA BARW	75
DOZWOLONY ZAKRES PRACY	-20 DO + 40 °C

do montażu w stropach podwieszanych przedstawiona na rysunku 4.

Dobrej jakości LED oraz dostosowane do nich oprawy są dosyć drogie. Musi upłynąć jeszcze sporo czasu, który umożliwi znaczne obniżenie cen, aby LED instalowane we wnętrzach stały się prawdziwą konkurencją dla lamp wyładowczych.

Oprócz zastosowań jako źródła światła diody fotoluminescencyjne znajdują szerokie zastosowanie w iluminacji obiektów. Można przy tym w pełni wykorzystać diody barwne. Przykładem może być przedstawiona na rysunku 5 iluminacja fontanny.

Tak jak i w innych dziedzinach, także w technologii wytwarzania źródeł światła trwa nieustanna rywalizacja producentów.

W wyniku powstała wersja diod organicznych zwanych OLED (*ang. Organic Light-Emitting Diode*). W procesie produkcji materiał organiczny może być nanoszony na elastyczne i lekkie podłoże, co daje szereg możliwości zastosowań OLED, nie tylko jako źródła światła (tablice 2 i 3). W porównaniu do LED, które są punktowymi źródłami światła, OLED są źródłami powierzchniowymi. Dzięki temu nie występują problemy z odprowadzaniem ciepła i ograniczaniem luminancji. Prowadzone aktualnie intensywne prace badawcze i wdrożeniowe dają nadzieje, że niedaleki jest dzień, kiedy OLED znajdą powszechne zarówno w oświetleniu, jak i w mediach. ■

Tablica 3. Porównanie cech

* wg stanu na kwiecień 2013 roku

CECHA	LED	OLED
WYTWARZANIE ŚWIATEŁA	FOTOLUMINESCENCJA	FOTOLUMINESCENCJA
KONSTRUKCJA	ZWIĄZKI NIEORGANICZNE	ZWIĄZKI ORGANICZNE
GABARYTY	ŹRÓDŁO PUNKTOWE	ŹRÓDŁO POWIERZCHNIOWE
LUMINANCJA	BARDZO WYSOKA RZĘDU 10^6 cd/m ²	BARDZO NISKA DO 1000 cd/cm ²
MOŻLIWOŚĆ OLSNIENIA	BARDZO DUŻA	BRAK ZAGROŻENIA
KONIECZNOŚĆ ODPROWADZANIA CIEPŁA	WYSTĘPUJE	NIE MA POTRZEBY
KONIECZNOŚĆ STOSOWANIA RADIATORÓW	WYSTĘPUJE	NIE MA POTRZEBY
MOŻLIWOŚĆ KSZTAŁTOWANIA POWIERZCHNI ŚWIECĄCEJ	OGRANICZONA	DOWOLNA, TAKŻE ELASTYCZNA ORAZ NA PODŁOŻU PRZEŚWIECAJĄCYM
PRZEŚWIECALNOŚĆ	NIE WYSTĘPUJE	MOŻLIWA PRZY ZASTOSOWANIU PRZEŚWIECAJĄCEGO PODŁOŻA
SKUTECZNOŚĆ ŚWIETLNA	OK. 75 lm/W*	OK. 25 lm/W*