

Elektryczne źródła światła

Piotr Janiak i Maciej Szymański, LTW

Podstawowe parametry źródeł światła :

- Strumień świetlny ϕ
- Skuteczność świetlna η
- Luminancja L
- Światłość I
- Wskaźnik oddawania barw R_a
- Temperatura barwowa T_c
- Trwałość

Strumień świetlny ϕ

Strumień świetlny (ϕ) wyrażany jest w lumenach [lm]. Jest to całkowita ilość światła emitowana z danego źródła, deklarowana przez wytwórcę, przy zachowaniu określonych warunków pracy lampy. Określa całkowitą moc światła emitowanego z danego źródła światła mogącego wywołać określone wrażenie wzrokowe.

Skuteczność świetlna η

Skuteczność świetlna (η) wyrażana jest w lm/W. Jest to stosunek wysyłanego strumienia świetlnego do pobieranej mocy znamieniowej przez określone źródło światła. Wartość tego parametru decyduje o zużyciu energii elektrycznej, przez co w sposób pośredni wpływa na koszt utrzymania całej instalacji oświetleniowej.

$$\eta = \frac{\Phi}{P_u} \quad P_u = P_{st} + P_{zn}$$

Luminancja L

Luminancja to miara natężenia oświetlenia padającego w danym kierunku. Jednostką jest kandela na metr kwadratowy (cd/m^2). Opisuje ilość światła, które przechodzi lub jest emitowane przez określoną powierzchnię i mieści się w zadanym kącie bryłowym. Jest to miara wrażenia wzrokowego, które odbiera oko ze świecącej powierzchni.

Światłość I

Jednostką światłości jest kandela [cd]. Wielkość związana ze źródłem światła, ale dotycząca kierunku promieniowania. Charakteryzuje ilość strumienia świetlnego wysyłanego przez źródło światła w niewielkim kącie bryłowym otaczającym określony kierunek.

Wskaźnik oddawania barw Ra

Wskaźnik oddawania barw Ra posiada maksymalną wartość 100. Niesie on informację o tym, w jakim stopniu dane źródło światła umożliwia obserwację kolorów.



Temperatura barwowa T_c

Jest to temperatura ciała czarnego wyrażona w Kelwinach, które promieniuje światło o takiej samej chromatyczności co światło badane. Innymi słowy, jest to obiektywna miara wrażenia barwy danego źródła światła. Np. barwa świeczki posiada temperaturę 2000K podczas gdy błyskawica osiąga temperaturę barwową o wartości nawet 30 000K.

Trwałość

Jest to czas w którym lampa świeci zanim stanie się bezużyteczna. Najczęściej stosowanym określeniem trwałości jest trwałość średnia. Podawana jest przez producentów źródła światła i określa czas w jakim połowa lamp poddanych próbie przestanie świecić.

Statecznik - urządzenie elektryczne mające za zadanie ograniczenie prądu płynącego przez lampę wyładowczą.

Jarznik - element lampy wyładowczej, w którym następuje wyładowanie elektryczne. Wykonany jest w postaci rurki ze szkła lub przezroczystej ceramiki. Wewnątrz znajdują się gazy i metale będące czynnikami świejącymi. W jarzniku zatopione są elektrody, pomiędzy którymi następuje wyładowanie.

PODZIAŁ ELEKTRYCZNYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA

ELEKTRYCZNE ŹRÓDŁA ŚWIATŁA



Liczba typów elektrycznych źródeł światła jest bardzo duża, a ich zastosowanie bardzo szerokie. Znajdują one zastosowanie w dziedzinach takich jak np. fotooptyka, medycyna, technika czy oświetlenie planów filmowych.

Żarówki



Zasada działania żarówki.

Żarówki zalicza się do temperaturowych źródeł światła. Światło wytwarzane jest na zasadzie rozgrzania materiału żarnika prądem elektrycznym do takiej temperatury w której materiał ten zaczyna emitować światło. Materiałem tym jest wolfram. Podgrzany do wysokiej temperatury żarnik zaczyna parować. Atomy wolframu uwalniają się ze stałej powierzchni i przechodzą w stan lotny.

Zalety i wady żarówek.

Zalety:

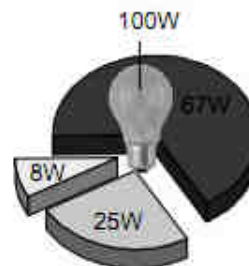
- Można zbudować i produkuje się żarówki o dowolnym napięciu znamionowym i dowolnej mocy znamionowej.
- Zaświeca się natychmiast po załączeniu pod napięcie.
- Nie wymaga dodatkowych przyrządów zapłonowych i stateczników.
- Znakomite oddawanie barw – $R_a = 100$.

Wady:

- Jest bardzo wrażliwa na wartość napięcia zasilającego.
- Nieduża trwałość – 1000h przy znamionowym napięciu.
- Wykazuje małą skuteczność świetlną - od 8 do 21 lm/W.

Bilans energetyczny żarówki

Moc promieniowania światelnego żarnika.....	8W
Ciepło promieniowania bańki.....	67W
Ciepło unoszenia bańki oraz ciepło przewodzenia trzonka i styku.....	25W
RAZEM.....	100W



Żarówki najczęściej znajdują zastosowanie w oświetlaniu mieszkań i wewnątrz użyteczności publicznej, jako oświetlenie ogólne, dekoracyjne lub miejscowe.

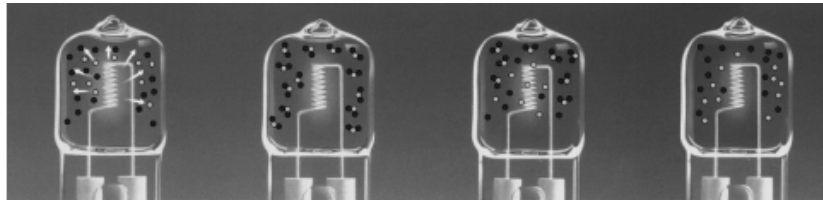
Żarówki halogenowe.

Zaliczane są również do temperaturowych źródeł światła. Zasada wytwarzania światła jest taka sama jak w tradycyjnych żarówkach. Różnią się od nich jednak tym, że został zastosowany w nich tzw. Regeneracyjny cykl halogenowy. Do gazu wypełniającego wnętrze bańki żarówki wprowadza się pierwiastki chemiczne z grupy zwanej halogenami, takich jak fluor, jod, brom.

Regeneracyjny cykl halogenowy

Regeneracyjny cykl halogenowy polega na odbywaniu się samoczynnego przenoszenia się osadzonych na bańce cząstek wolframu z powrotem w okolice wolframowego żarnika.

Warunkiem utrzymania cyklu jest utrzymanie w każdym miejscu wnętrza bańki temperatury wyższej niż 520K.



Zalety i wady żarówek halogenowych.

Zalety:

- Większa skuteczność świetlna – od 18 do 33 lm/W.
- Większa trwałość – ok. 2000h.
- Wyższa i niezmienna temperatura barwowa – 3000 do 3400K. Barwy są bardziej nasycone.
- Prawie stały strumień świetlny w całym zakresie pracy.
- Małe wymiary zewnętrzne.

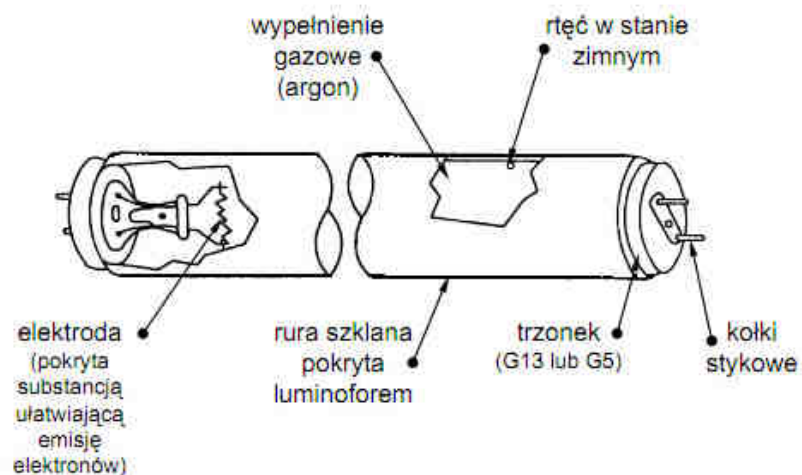
Wady:

- Niewielkie zmiany napięcia zasilającego mają duży wpływ na trwałość, strumień świetlny i barwę wytwarzanego światła.
- Żarówki na obniżone napięcie muszą współpracować z urządzeniami zasilającymi zmniejszającymi wartość napięcia sieciowego na odpowiednio mniejsze napięcie.
- W widmie promieniowania żarówek halogenowych pojawia się niewielka ilość promieniowania nadfioletowego (mogące stanowić zagrożenie).

Zastosowanie żarówek halogenowych.

- Oświetlanie mieszkań (żarówki energooszczędne),
- Wystaw,
- Lotnisk,
- Fasad budynków,
- Wnętrz wystawienniczych.

Lampy fluorescencyjne (światłówki)

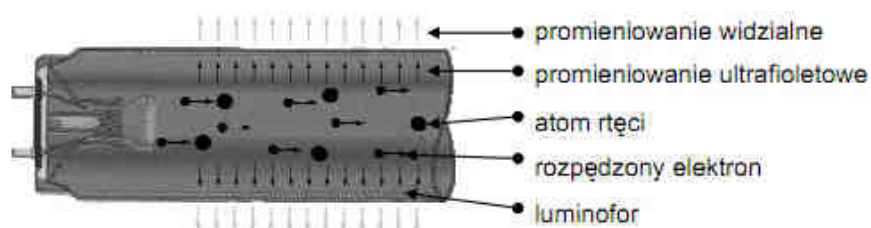


Lampy fluorescencyjne (światłówki)

Działanie światłówki opiera się na zasadzie wykorzystania wyładowania elektrycznego w parach rtęci o bardzo małym ciśnieniu (od 0,6 do 1Pa) między elektrodami do których przyłożone jest napięcie płynię prąd elektryczny.

Poruszające się ładunki elektryczne zderzają się z atomami rtęci silnie je wzbudzając.

Pobudzone atomy rtęci są źródłem promieniowania. To promieniowanie pierwotne prawie w całości leży w zakresie ultrafioletu (jest widzialne – większe od 380nm). Luminofor którym pokryte jest wnętrze rury światłówki przetwarza promieniowanie UV na widzialne.



W zależności od składu chemicznego luminoforu można uzyskać różną barwę światłówki.

Wady i zalety świetlówek.

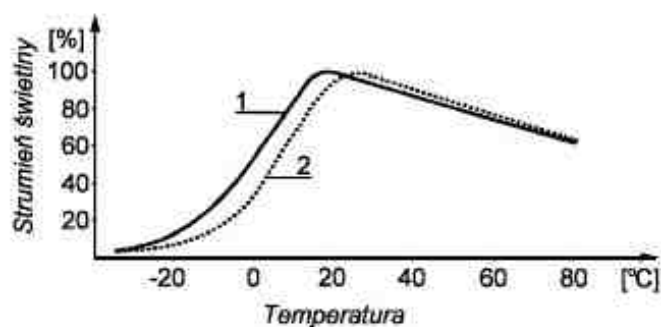
Zalety:

- Wysoka skuteczność świetlna (55 – 104lm/W).
- Wysoka trwałość (8000h)
- Dobre wskaźniki oddawania barw (Ra nawet do 95)
- Szeroki zakres temperatur barwowych (2300 – 6800K)

Wady:

- Zależność strumienia świetlnego od temperatury strumienia świetlnego.
- Konieczny statecznik i zapłonnik.
- Tętnienie światła.

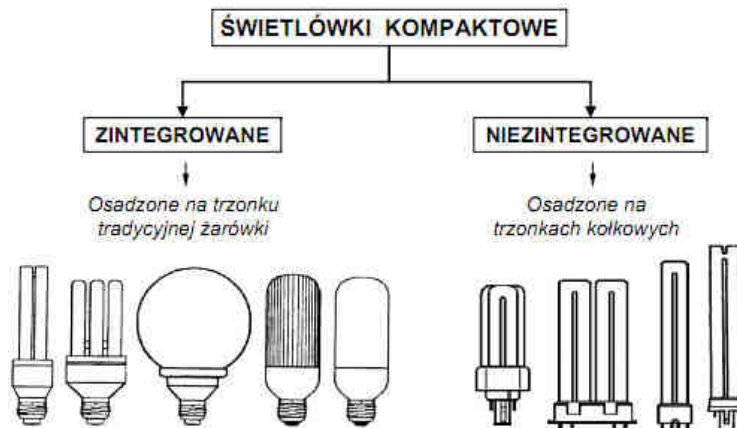
Zależność strumienia świetlnego od temperatury strumienia świetlnego.



1 – świetlówka liniowa o mocy 58W

2 – świetlówka liniowa o mocy 36W

Świetlówki kompaktowe.



Rodzaje świetlówek kompaktowych.

Zintegrowane – wykonywane w postaci zgiętej rury wyładowczej, zawierają zapłonnik i statecznik które zawarte są w bańce zewnętrznej zakończonej trzonkiem gwintowym.

Niezintegrowane – wykonywane w postaci zgiętej rury wyładowczej, współpracują z zewnętrznym statecznikiem konwencjonalny bądź elektronicznym i z zewnętrznym zapłonnikiem.

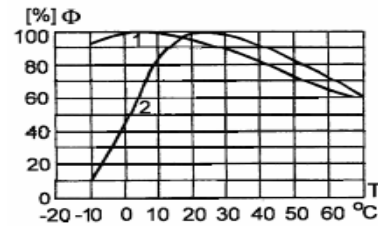
Wady i zalety.

Zalety:

- Duża trwałość (5000 – 6000h).
- 4 do 6 razy większa w porównaniu z lampami żarowymi skuteczność świetlna.
- Małe wymiary, mała waga.
- Zastosowanie elektroniki umożliwia natychmiastowe zaświecenie lampy.
- Brak efektu stroboskopowego.
- Bardzo dobre oddawanie barw Ra => 80.
- Mogą być stosowane w większości stosowanych opraw oświetleniowych.

Wady:

- Trwałość zależy od częstości załączeń, temperatury otoczenia i odchylenia napięcia od wartości znamieniowej.
- Zależność strumienia świetlnego od temperatury otoczenia.



Położenie lampy:

1 – trzonkiem do dołu

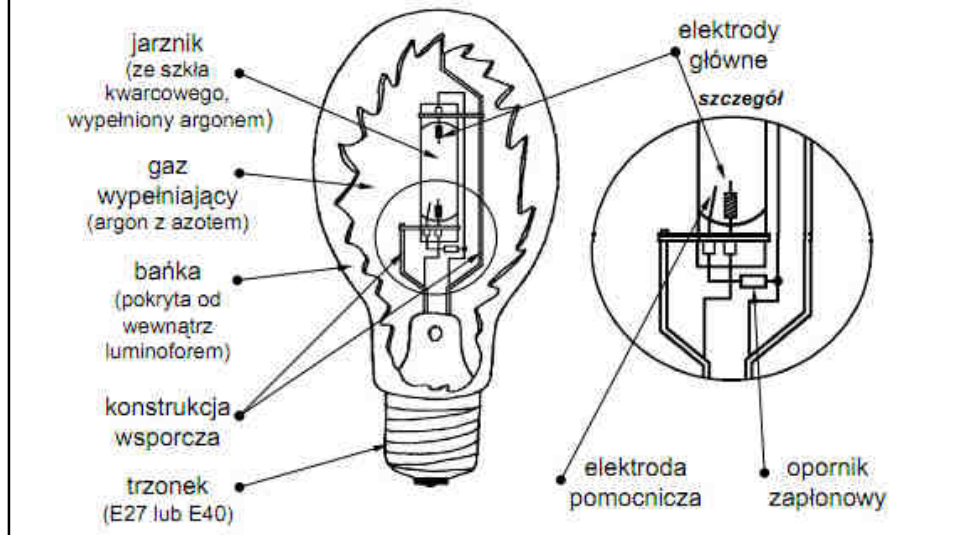
2 – trzonkiem do góry bądź poziomo.

Uwagi dotyczące świetlówek kompaktowych.

Nie należy stosować ich w obwodach:

- Ze ściemniaczami światła,
- Z wyłącznikami elektronicznymi,
- Z fotokomórką.

Lampy rtęciowe wysokoprężne.



Zasada działania.

Źródłem promieniowania jest wyładowanie w parach rtęci o dużym ciśnieniu (rzędu 1MPa). Wyładowanie odbywa się w jarzniku zawierającym rtęć oraz argon. Przebiega ono następująco:

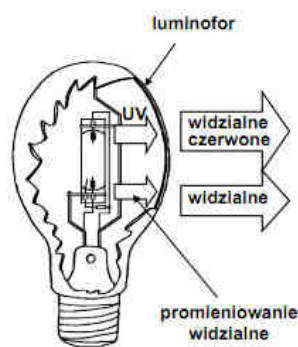
- Po przyłożeniu napięcia rozpoczyna się wyładowanie wstępne między elektrodą główną a pomocniczą.

Przebieg zapłonu:

- Jarznik nagrzewa się.
- Paruje zawarta w jarzniku rtęć.
- Zmniejsza się oporność między elektrodami głównymi.
 - Wyładowanie przenosi się między elektrody główne gdy oporność między nimi stanie się mniejsza oporności opornika zapłonowego.

W lampie rtęciowej tylko część energii (około 10%) zamieniana jest na promieniowanie widzialne, pozostała część zamieniana jest na ciepło, promieniowanie nadfioletowe.

Aby wykorzystać promieniowanie UV stosuje się luminofor. Pełni w lampie on dwie funkcje – koryguje barwę światła i zmniejsza luminancję jarznika.



Wady i zalety.

Zalety:

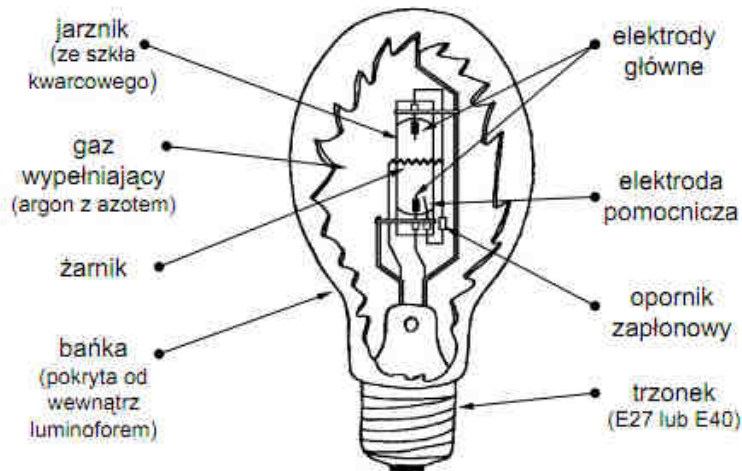
- Duża trwałość (około 20 000h)
- Znaczna skuteczność świetlna (do 60lm/W).
- Niewielki spadek strumienia świetlnego w czasie świecenia lampy.

Wady:

- Długi proces zapłonu (3 do 5 minut).
- Niemożliwy natychmiastowy ponowny zapłon.
- Wpływ temperatury otoczenia na czas zapłonu.
- Mały współczynnik oddawania barw ($R_a < 50$)
- Konieczny statecznik.
- Występuje zjawisko stroboskopowe.

Zastosowanie w oświetleniu ulicznym oraz przemysłowym.

Wysokoprężne lampy rtęciowo- żarowe.



Zasada działania.

Różnią się one konstrukcyjnie od poprzednich jednym dodatkowym elementem – szeregowo połączoną z jarznikiem lampy skrętką żarówki. Pełni ona dwie zasadnicze funkcje:

- Stanowi rezystor, który ogranicza prąd lampy do wartości znamionowej,
- Jest dodatkowym źródłem światła.

Wady i zalety.

Zalety:

- Większy w porównaniu z lampami rtęciowymi współczynnik oddawania barw ($R_a = 65$)
- Nie wymaga dodatkowych przyrządów zapłonowych stateczników.

Wady:

- Mała skuteczność świetlna (16-34 lm/W).
- Niższa trwałość (60% trwałości lamp rtęciowych).
- Wrażliwość na zmiany napięcia zasilającego.

Lampy Metalohalogenkowe.



Zasada działania.

Źródłem promieniowania w lampach metalohalogenkowych jest wyładowanie w mieszaninie par rtęci i jodków metali (np. sodu, skandu, talu, indu i tzw. Ziemi rzadkich).

Ciepło powstające podczas zapłonu lampy powoduje rozkład halogenków i metale są uwalniane w postaci pary. Podczas rozgrzewania się lamp zauważalna jest zmiana barwy światła w miarę uwalniania się metali z halogenków.

Wady i zalety.

Zalety:

- Wysoka skuteczność świetlna (sięga 100lm/W).
- Wysoka trwałość (do 20 000h).
- Wysoki współczynnik oddawania barw ($R_a \Rightarrow 80$)
- Możliwość wyboru temperatury barwowej (od 3000 do 5000K i więcej).
- Bogate widmo promieniowania w zakresie widzialnym.
- Małe wymiary jarznika i duża jego luminancja.

Wady:

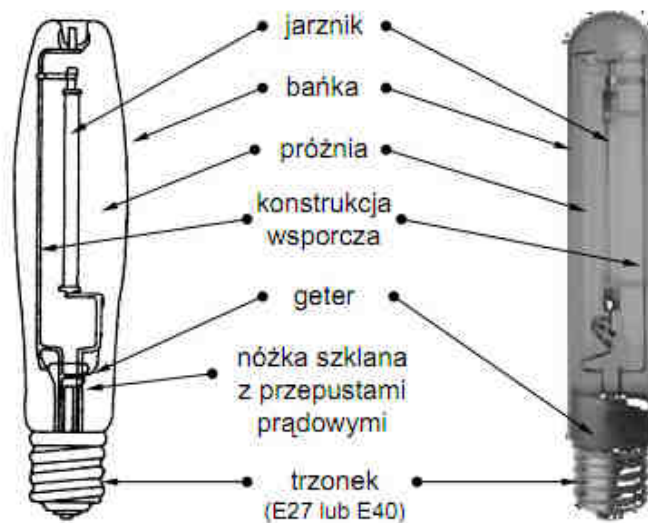
- Duża wrażliwość emitowanego widma promieniowania na zmiany napięcia zasilającego.
- Problemy z powtarzalnością barwy światła – nawet w lampach tego samego producenta.
- Wymagają stosowania układu zapłonowego i statecznika.
- Stosunkowo długi czas osiągnięcia znamionowych parametrów fotometrycznych.
- Brak możliwości natychmiastowego, ponownego zapłonu.

Zastosowanie.

Lampy wysokoprężne metalohalogenkowe znajdują zastosowanie :

- W Obiektach sportowych,
- Na ulicach,
- W obiektach architektonicznych,
- Iluminacjach,
- W supermarketach,
- Centrach Handlowych,
- Wystaw
- Hotelu
- Wielkoformatowych reklam zewnętrznych.

Wysokoprężne lampy sodowe.



Zasada działania.

Wysokoprężne lampy sodowe działają podobnie jak rtęciowe. Źródłem światła jest jarznik w którym znajduje się porcja sodu, rtęci i gazu zapłonowego (argonu lub ksenonu). Po załączeniu napięcia w wyniku oddziaływania układu zapłonowego powstają impulsy zapłonowe o wartości do kilku kV. Powtarzane z częstotliwością sieci. Powoduje to zapłon wyładowania w ksenonie. Za wzrostem temperatury jarznika zaczyna pracować sód wewnątrz jarznika. Lampa zaczyna zmieniać barwę światła. Po osiągnięciu ciśnienia około 0,1MPa, wewnątrz jarznika wyładowania stabilizuje się.

Zalety i wady.

Zalety:

- Wysoka skuteczność świetlna (od 50 do 150 lm/W).
- Wysoka trwałość (od 20 000 do 30 000h).
- W świetle lamp sodowych zmienia się kontrastowość widzenia i możliwość rozpoznawania przedmiotów w mgłę oraz przy dużym zapyleniu.
- Mała wrażliwość na wahania temperatury w otoczeniu.
- Szeroki wybór pod względem mocy.

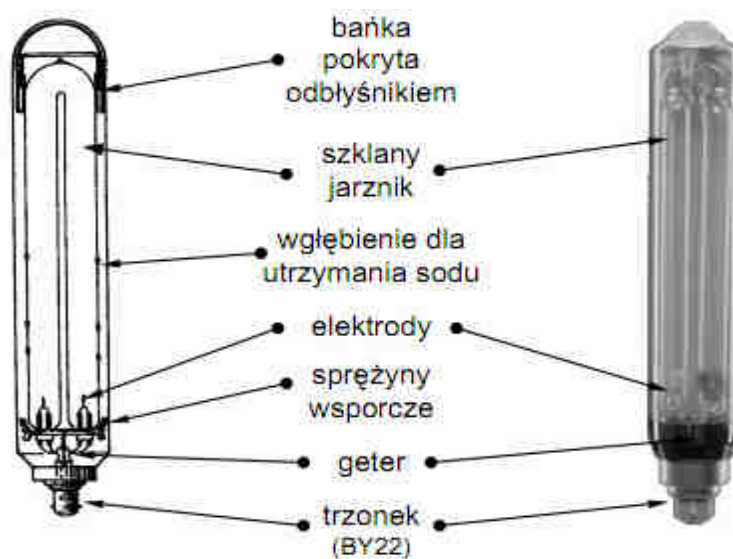
Wady:

- Niski wskaźnik oddawania barw (Ra = 26).
- Stosowanie tego typu lamp w miejscach gdzie zainstalowano system sygnalizacji świetlnej lub gdzie będą oświetlały barwne znaki bezpieczeństwa, niesie ryzyko zakłócenia prawidłowej treści tych znaków.
- Duża wrażliwość na zmiany napięcia zasilającego.
- Konieczność stosowania układu zapłonowego i statecznika.

Zastosowanie.

- Arterie komunikacyjne,
- Ulice
- Skrzyżowania i przejścia dla pieszych,
- Mosty
- Dworce i perony,
- Parkingi.

Lampy niskoprężne sodowe.



Zasada działania.

Przed zapłonem sód rozproszony jest we wgłębieniach utworzonych w ścianie jarznika. Po zapłonie wyładowanie najpierw przebiega w gazie szlachetnym, w miarę wzrostu temperatury jarznika, część sodu paruje – przejmując wyładowanie.

Po wyłączeniu sód skrapla się, ponownie zbiera w zagłębieniach, które są najchłodniejszym miejscem jarznika.

Wady i zalety.

Zalety:

- Bardzo wysoka skuteczność świetlna (do 200lm/W).
- Trwałość 10 000h.
- Temperatura otoczenia nie wpływa na parametry lamp.
- Mała wrażliwość na zmiany napięcia zasilającego.
- Za sprawą monochromatycznego promieniowania obraz obserwowanych przedmiotów jest bardzo ostry i wyraźny nawet w trudnych warunkach atmosferycznych.

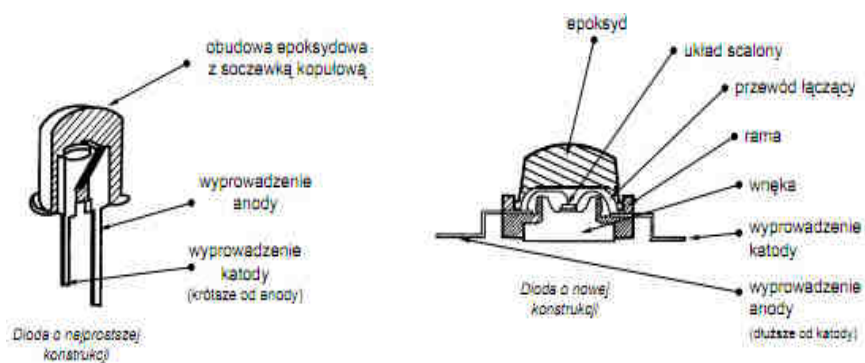
Wady:

- Brak możliwości oddawania barw.
- Długi czas zapłonu (około 10 minut).
- Wymagają stosowania układu zapłonowego i statecznika.
- Praca w określonej przez procedury pozycji.

Zastosowanie.

- Trasy wylotowe
- Autostrady
- Tereny portowe
- Drogi wodne
- Śluzy

Diody elektroluminescencyjne.



Działanie.

Diody LED są półprzewodnikowymi źródłami światła emitującymi promieniowanie optyczne na całkiem innej zasadzie niż konwencjonalne źródła. LED składa się z dwóch różnych bezpośrednio połączonych ze sobą półprzewodników charakteryzujących się różnym typem przewodnictwa. Dołączenie do złącza p-n napięcia stałego, polaryzującego go w kierunku przewodzenia wymusza ruch nośników prądu elektrycznego.

W zależności od rodzaju materiału przewodnika jest emitowane promieniowanie o określonej długości fali.

Wady i zalety.

Zalety:

- Bardzo duża trwałość (50 000 do 100 000h).
- Wysoka skuteczność świetlna (20%).
- Mała emisja ciepła.
- Odporność na szoki mechaniczne, wibracje.
- Możliwe jest osiągnięcie dowolnej barwy całego obszaru widma widzialnego.
- Małe wymiary.
- Niezawodność w działaniu.
- Możliwość łatwego sterowania światłem.

Wady:

- Potrzeba instalowania dodatkowych urządzeń zasilających, obniżających napięcie sieci.
- Diody LED wymagają napięcia 10 lub 24V.

Zastosowanie.

- Podświetlanie wskaźników deski rozdzielczej.
- W światłach tylnych i przednich samochodów.
- Oświetlenie zewnętrzne.
- Sygnalizatory świetlne.

DZIĘKUJEMY !