

Charakterystyki czasowe opraw ze świetłówkami T5

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów charakterystyk czasowych różnych typów opraw ze świetłówkami T5. Wyniki pomiarów pokazały, że stabilizacja strumienia świetlnego takich opraw może trwać nawet kilkadziesiąt minut. Charakterystyki czasowe opraw ze świetłówkami T5 zależą od wielu parametrów: mocy zainstalowanych świetlówek T5, typu oprawy, jej wymiarów, warunków pomiarowych.

Abstract. This paper presents measurement results for temporal characteristics for various types of luminaires equipped with T5-type fluorescent lamps. The obtained results indicate that stabilization of luminous flux for such luminaires can take even several tens of minutes. Temporal characteristics of luminaires with T5-type fluorescent lamps depend on multiple parameters of installed T5-type fluorescent lamps, type of luminaire and its dimensions as well as measurement conditions. (**Temporal characteristics of luminaires with T5-type fluorescent lamps**)

Słowa kluczowe: świetlówka T5, charakterystyka czasowa, oprawa oświetleniowa

Keywords: T5-type fluorescent lamp, temporal characteristic, luminaire

doi:10.12915/pe.2014.04.48

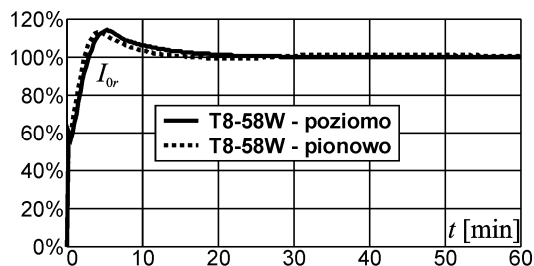
Wprowadzenie

W dotychczas stosowanych oprawach ze świetłówkami T8 problem rozgrzewania się praktycznie nie istnieje, gdyż trwa do 2 minut, a zaraz po włączeniu zasilania świetlówka wysyła co najmniej 40% znamionowego strumienia świetlnego. Upowszechnienie się opraw ze świetłówkami T5 spowodowało zainteresowanie autorów problemami związanymi z ich rozgrzewaniem się, które przebiega znacząco dłużej niż w przypadku świetlówek T8. Każdy, kto miał do czynienia z oprawami ze świetłówkami T5, z pewnością spotkał się z sytuacją, że po włączeniu zasilania mocno świecą tylko końce świetlówek T5, a środkowa jej część świeci bardzo słabo (często na różowo). Następnie, wraz z upływem czasu, cała świetlówka zaczyna świecić równomiernie. Zjawisko rozgrzewania się opraw ze świetłówkami T5 należy uwzględnić zarówno w czasie ich eksploatacji jak i podczas wykonywania ich pomiarów fotometrycznych.

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów charakterystyk czasowych różnych opraw ze świetłówkami T5. Dokonano analizy wpływu budowy oprawy i warunków pomiarowych na otrzymane wyniki.

Świetłówki liniowe T8-58W i T5-49W

Badania rozpoczęto od pomiarów charakterystyk czasowych samych świetlówek. W celu umożliwienia porównań, jako pierwsze wykonano pomiary świetlówek starego typu T8 o mocy 58 W (rys. 1). Przy położeniu poziomym, 100% końcowej wartości strumienia świetlówki osiągnęła już po 2 minutach. Jednak wartość strumienia świetlnego dalej rosła osiągając maksimum 113,4% po 4 minutach. Następnie strumień zaczął osiągać wartość ustaloną po 14 minutach, biorąc jako granicę 1% różnicy względem wartości ustalonej.

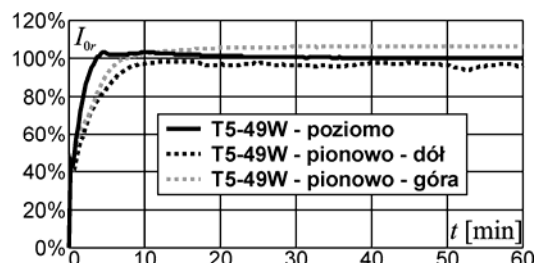


Rys. 1. Charakterystyki czasowe zmiany względnej światłości osiowej I_{0r} świetlówek T8 o mocy 58 W w położeniu poziomym i pionowym

Wyniki pomiarowe świetlówek w położeniu pionowym były bardzo zbliżone do tych w położeniu poziomym.

Ważne jest również to, że stan ustalony w obu położeniach różni się tylko o 1% (w obu przypadkach na rysunku 1 zmierzone wartości światłości odniesiono do wartości ustalonej świetlówek w poziomym położeniu). Zbieżność charakterystyk świetlówek T8 w różnych położeniach wynika ze środkowego położenia jej punktu zimnego. W przypadku świetlówek T8 jej obrót w niewielkim stopniu wpływa na warunki termiczne punktu zimnego, a zatem i na proces rozgrzewania się oraz końcowe parametry świetlne.

Inaczej wyglądają charakterystyki świetlówek typu T5 o mocy 49 W (rys. 2). Świetlówka tego typu jest najczęstszym zamiennikiem poprzednio badanej świetlówek T8-58W. W położeniu poziomym, świetlówka T5-49W osiąga 100% wartości strumienia po 4 minutach. Choć maksymalna wartość strumienia przekracza tylko o 3% wartość ustaloną, to proces ustalania się parametrów świetlówek T5-49W wynosi aż 23 minuty.



Rys. 2. Charakterystyki czasowe zmiany względnej światłości osiowej I_{0r} świetlówek T5 o mocy 49 W w położeniu poziomym i pionowym

Ponieważ zimny punkt w świetłówkach T5 znajduje się na jednym z jej końców (zazwyczaj tym ze stemplem producenta), dlatego pomiary w położeniu pionowym wykonano przy zimnym punkcie umieszczonym na dole i na górze (rys. 2). Położenie punktu zimnego świetlówek ma decydujący wpływ na charakterystyki czasowe i końcową wartość strumienia świetlnego świetlówek T5. Przy zalecanym przez producentów dolnym położeniu zimnego punktu, strumień świetlny świetlówek narasta znacznie wolniej niż przy poziomym. Po 18 minutach świetlówka zaczęła zachowywać się lekko niestabilnie. Po godzinie wartość strumienia była mniejsza o 4% niż w położeniu poziomym. Przy zimnym punkcie świetlówek położonym u góry strumień narastał stabilnie przez ok. 20 minut, osiągając o 6% większą wartość niż w położeniu poziomym.

W przypadku świetlówek liniowych typu T5 High-Output, niektóre z przedstawionych problemów pomiarowych zostały już zauważone [2]. W przypadku świetlówek o

większych średnicach rury, zjawisko takie było wcześniej omawiane w przypadku dwuosioowych świetlówek kompaktowych [3].

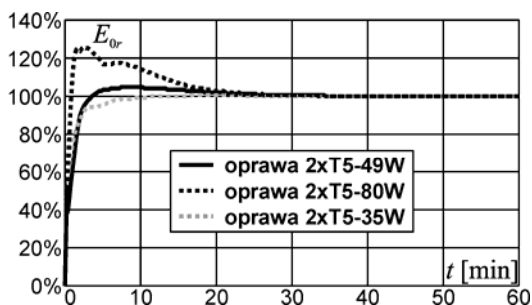
Zmierzone charakterystyki czasowe świetlówek T8-58W i T5-49W, choć różne, nie odzwierciedlają różnic w parametrach opraw oświetleniowych wykorzystujących te źródła światła. Temperaturowe warunki pracy świetlówki w oprawie są bowiem znacząco inne niż przy pomiarach poza oprawą.

Poziomo położona oprawa otwarta z dwoma świetlówkami T5 o mocach 35/49/80W

Zamiast opraw ze świetlówkami T8 o mocy 58 W stosuje się zwyczajowo oprawy ze świetlówkami T5 o mocy 49 W. Wynika to głównie z faktu, że charakteryzują się one podobną długością (T8/T5 – 1500/1449 mm) i niewiele różniącą się wartością strumienia świetlnego (T8/T5 – 5200/4300 lm). Należy przy tym pamiętać, że katalogowa wartość strumienia świetlnego świetlówki T5-49W (4300 lm) mierzona jest w temperaturze 25°C, a maksimum jej strumienia (4900 lm) występuje w temperaturze 35°C.

W przypadku świetlówek T5 istnieje możliwość zastosowania w tej samej oprawie (po zmianie układu stabilizacyjno-zapłonowego) również świetlówek o mocach 35W i 80W. Świetlówki te mają bowiem tę samą długość co świetlówka o mocy 49W.

Badaniom poddano oprawy typu TTX150 firmy Philips. We wszystkich oprawach znajdowały się elektroniczne układy stabilizacyjno-zapłonowe typu HF Performer firmy Philips. Oprawa wisiała poziomo, a jej brzeg znajdował się 2,7 m nad podłogą ciemni. Mierzono natężenie oświetlenia na podłodze pod oprawą.



Rys. 3. Charakterystyki czasowe zmiany względnego natężenia oświetlenia E_{or} oprawy otwartej z dwoma świetlówkami T5 o różnych mocach

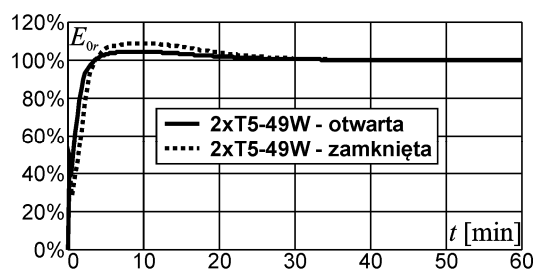
Na rysunku 3 przedstawiono charakterystyki czasowe opraw otwartych typu: 2xT5-35W, 2xT5-49W, 2xT5-80W. Wyraźnie widać, że moc zainstalowanych opraw ma decydujący wpływ na kształt charakterystyki czasowej oprawy. Oprawa o najmniejszej mocy 2xT5-35W rozgrzewa się bez przesterowania w czasie 10 minut. W przypadku oprawy o największej mocy 2xT5-80W proces stabilizacji trwa aż 25 minut, a w maksymalnym punkcie charakterystyki oprawa wysyła strumień świetlny aż o 26% większy niż w stanie ustalonym.

Interesująca jest też charakterystyka czasowa najczęściej stosowanej w praktyce oprawy 2xT5-49W. Po włączeniu zasilania, wysyłany z oprawy strumień świetlny zmienia się łagodnie i w maksymalnym punkcie przekracza tylko o 4,6% wartość ustaloną. Jednak proces całkowitej stabilizacji parametrów świetlnych tej oprawy przebiega bardzo długo, gdyż trwa 27 minut. Można przy tym wyróżnić okres chwilowej stabilizacji parametrów świetlnych, którego uznanie podczas pomiarów fotometrycznych za pełną stabilizację, prowadziłoby do powstania błędów systematycznych. Okres taki występuje w maksimum charakterystyki czasowej, która od 6 do 13 minuty zmienia

się tylko o 0,6%. Popelnienie tego błędu jest tym bardziej prawdopodobne, gdyż zgodnie z normą PN-EN 13032-1:2010 Światło i oświetlenie -- Pomiar i prezentacja danych fotometrycznych lamp i opraw oświetleniowych -- Część 1: Pomiar i format pliku [1] w przypadku świetlówek wymagana jest powtarzalność strumienia świetlnego wynosząca tylko $\pm 2\%$. Normalnie należy to sprawdzać mierząc światłość co najmniej raz na minutę, a każda para odczytów nie powinna się różnić od minimum o 1%.

Otwarta i zamknięta oprawa typu 2xT5-49W

Charakterystyki opraw ze świetlówkami o różnej mocy wyraźnie wskazują, że stabilizacja parametrów świetlnych ma związek ze stabilizacją warunków temperaturowych pracy świetlówki. Z tego powodu zmierzono charakterystyki tej samej oprawy T5-49W otwartej od dołu i zamkniętej płytą z polimetakrylanu metylu o grubości 3 mm (rys. 4).

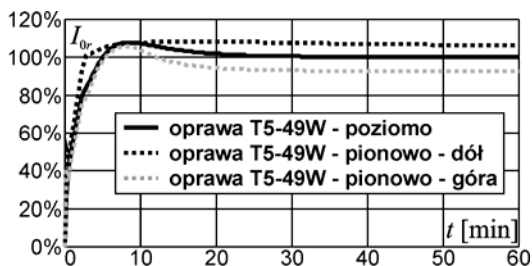


Rys. 4. Charakterystyki czasowe zmiany względnego natężenia oświetlenia E_{or} otwartej i zamkniętej oprawy z dwoma świetlówkami T5 o mocy 49W

Wbrew temu, czego możnaby się spodziewać, proces stabilizacji parametrów oprawy zamkniętej trwa dłużej niż oprawy otwartej. Dotyczy to zarówno początkowego okresu rozgrzewania się oprawy, który trwa 3 minuty (do 90% wartości ustalonej), jak i potem czasu stabilizacji jej parametrów, który trwa aż 32 minuty. Większe jest też maksimum, które wynosi 109% wartości ustalonej.

Pomiary goniometryczne oprawy T5x49W

Norma PN-EN 13032-1:2010 [1] w pierwszym podpunkcie rozdziału 5 pt. „Wymagania laboratoryjne dotyczące badań” stanowi, że „celem badań jest pomiar charakterystyk oprawy oświetleniowej w warunkach, które są tak bliskie jak to jest praktycznie możliwe, typowym warunkom pracy, dla których oprawa oświetleniowa została zaprojektowana”. Z tego powodu najdokładniejsze wyniki pomiarowe bryły fotometrycznej światłości opraw ze świetlówkami T5 uzyskuje się stosując fotometr ramienny lub goniofotometr zwierciadlany. Wtedy bowiem podczas pomiarów oprawa położona jest poziomo, czyli w typowym położeniu pracy. W praktyce przemysłowej często jednak do pomiarów bryły fotometrycznej światłości stosuje się goniofotometr. Jego podstawową zaletą jest to, że odległość pomiarowa jest wtedy ograniczona długością, a nie jak w przypadku fotometrów ramiennych wysokością, pomieszczenia. Goniofotometr taki jest również mniejszy i o wiele tańszy niż goniofotometr zwierciadlany. Należy podkreślić, że w przypadku opraw ze świetlówkami T5 norma [1] nie zaleca stosowania goniometru, gdyż ze zmianą położenia świetlówki T5 zmienia się jej strumień świetlny. Jednak w przypadku przeprowadzania pomiarów metodą goniometryczną zaleca się przeliczanie uzyskiwanych wyników pomiarowych z wykorzystaniem współczynników korekcyjnych. Określenie charakterystyk czasowych i współczynników korekcyjnych przykładowej oprawy podczas pomiarów goniometrycznych było celem tego etapu badań.



Rys. 5. Charakterystyki czasowe zmiany względnej światłości osiowej I_{0r} oprawy ze świetlówką T5 o mocy 49W w położeniu poziomym i pionowym

Przeprowadzono pomiary otwartej oprawy 1xT5-49W zamocowanej na goniometrze najpierw w położeniu poziomym, a potem pionowym: z punktem zimny u dołu (jak zalecają producenci) i u góry. Wyniki pokazały wyraźny wpływ położenia oprawy na jej charakterystykę czasową i końcowe parametry światła (rys. 5). Zmiana położenia oprawy z poziomego na pionowe prowadzi do zmiany warunków temperaturowych w jakich pracuje źródło światła, a zatem do zmiany wartości jego strumienia świetlnego. W rozpatrywanym przypadku, strumień świetlny oprawy z punktem zimnym świetlówki położonym pionowo u dołu był o 6,3% większy niż przy położeniu poziomym, a przy punkcie zimnym położonym pionowo u góry był mniejszy o 7,4%. Wartości tych współczynników korekcyjnych należy uwzględnić podczas przeliczania wyników pomiarowych oprawy w danym położeniu, gdyż w przeciwnym przypadku popełni się systematyczne błędy o takich wartościach. Należy zauważyć, że kierunki zmian strumienia świetlnego oprawy w położeniu pionowym są przeciwne niż w przypadku pomiarów samej świetlówki.

Względne charakterystyki czasowe oprawy w położeniu poziomym i pionowym z zimnym punktem położonym na górze były zbliżone. Czas narastania strumienia wynosił 3,5-4 minuty, a stabilizacja parametrów następowała po 25 minutach. W przypadku pionowego umieszczenia oprawy z zimnym punktem u dołu narastanie strumienia zajmowało dwa razy mniej czasu, ale całkowita stabilizacja następowała dopiero po 35 minutach.

Wnioski

Pomiary charakterystyk czasowych opraw ze świetlówkami T5 pozwoliły na określenie czasu ich rozgrzewania się oraz czasu stabilizacji ich parametrów świetlnych. Pierwszy z tych czasów jest ważny z punktu widzenia eksploatacji instalacji oświetleniowych a drugi podczas wykonywania pomiarów fotometrycznych. Ważnym zagadnieniem jest wybór odpowiedniego momentu rozpoczęcia pomiarów tak, aby stan świetlówki był już całkowicie stabilny. W zmierzonych charakterystykach występują bowiem długie okresy pozornej stabilizacji strumienia świetlnego oprawy.

Przeprowadzone pomiary wykazały, że charakterystyki czasowe opraw ze świetlówkami T5 zależą od wielu parametrów: mocy zainstalowanych w oprawie świetlówek T5, budowy oprawy, warunków pomiarowych. Czasy rozgrzewania się opraw wynosił do 5 minut. Najdłuższe, przekraczające 30 minut, czasy stabilizacji parametrów świetlnych zmierzono w oprawie 2xT5-80W o największej mocy zainstalowanych świetlówek oraz w oprawie zamkniętej 2xT5-49W.

Szczegółne znaczenie ma zmienność parametrów oprawy podczas pomiarów wykonywanych metodą goniometryczną. Charakterystyki czasowe i końcowa wartość strumienia świetlnego oprawy zależały bowiem od jej położenia.

LITERATURA

- [1] PN-EN 13032-1:2010 *Światło i oświetlenie -- Pomiar i prezentacja danych fotometrycznych lamp i opraw oświetleniowych -- Część 1: Pomiar i format pliku*
- [2] Hammer E. E., Effects of ambient temperature on the performance of bent tube fluorescent lamps, *IEEE Transactions on Industry Applications*, March-April, (1989), 25(2), 216-223
- [3] Zhang J., Ngai P., Ashdown I., Photometry for T5 high-output lamps and luminaires, *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 31, 1, (2002), 136-144

Autor: dr hab. inż. Krzysztof Zaremba, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, ul. Wiejska 45D, 15-351 Białystok, E-mail: k.zaremba@pb.edu.pl; mgr inż. Andrzej Szymaniuk, Philips Lighting Poland S.A., ul. Chrobrego 8, 11-400 Kętrzyn, E-mail: andrzej.szymaniuk@philips.com