

## 5.15 Měření oteplovacích charakteristik světelných zdrojů

### 5.15.1 Úvod

Vzniku světla ve zdrojích používaných pro všeobecné osvětlování je založen na dvou základních principech. Podle toho rozeznáváme světelné zdroje teplotní a výbojové. V obou těchto případech dochází k zahřívání povrchů vnějších vrstev zdrojů tepelným polem, které vzniká jako vedlejší produkt „výroby“ světla a to buď přímo, z podstaty zdroje, nebo jiným způsobem, jako důsledek zdroje reálného, chovajícího se podle fyzikálních principů.

Takovéto zdroje jsou potom umístěny v systémech svítidel, kde se účinek tepelného záření, vlivem odrazných ploch a ostatního konstrukčního materiálu, dále zesiluje.

A my jsme povinni, z hlediska mezního tepelného namáhání použitých konstrukčních materiálů a prvků a tedy i z hlediska bezpečnosti, provádět oteplovací zkoušky svítidel s použitým zdrojem, v definovaných místech a ověřit tím, že nedojte v žádném z těchto kontrolních míst svítidla k překročení mezní teploty vlivem použitého zdroje.

Oteplovací zkoušce by se mělo podrobit každé svítidlo výrobce, který stanovuje i možné typy použitelných světelných zdrojů ve svítidle a každé svítidlo u kterého došlo k opodstatněné záměně zdroje za vyšší výkonovou třídu.

Na výsledné oteplovací charakteristiky má samozřejmě největší vliv typ použitého světelného zdroje a to jeho fyzikální charakter (teplotní, výbojový), provozní parametry (napětí, teplota okolí, teplota vlákna), geometrické rozměry (umístění), příkon, .... A proto budou v dalším předmětem našeho zájmu.

### 5.15.2 Rozbor úlohy

Jedním z nejpodstatnějších vlivů na oteplovací charakteristiky zdrojů je jejich pracovní poloha ve svítidle, která velkou měrou ovlivňuje konečnou teplotu v kontrolních místech (viz. Obr. 5-33). Tyto ustálené teploty se dále podílí na hodnotách světelně technických i jiných parametrech zdroje samotného.

Jestliže umístíme teplotní zdroj do polohy 1 (Obr. 5-33) (např. žárovku o příkonu 100W) potom ustálená teplota v kontrolních bodech 1 a 2 nepřekročí mezní hodnotu pro použití objímky E27 z bakelitu (dáno tepelnou třídou dle normy). Pokud ovšem použijeme pracovní polohu 2, musíme z hlediska teplotního namáhání použít objímku E27 z keramiky, nebo použít zdroj takového příkonu, aby k překročení mezní teploty nedošlo. Pro představu jsou v Tab. 5-12 uvedeny některé teploty pro 60W žárovku.

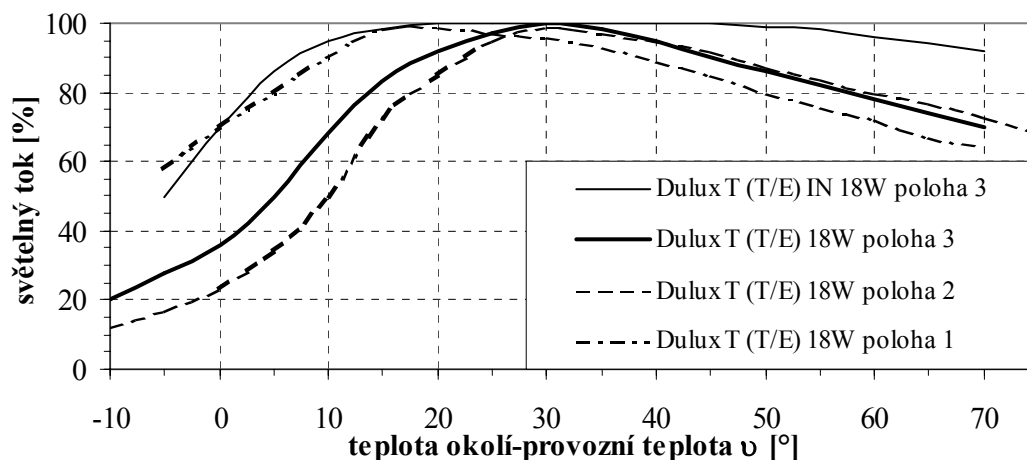
U nízkotlakých rtuťových výbojek se neprojevuje tak silný vliv polohy na ustálenou teplotu v kontrolních bodech, o to je však větší závislost jejich světelných toků na provozní teplotě v různých pracovních polohách. Je to dáno stabilizací parametrů oblouku, kdy dochází k jeho nadměrnému ochlazování, tudíž odběru energie. Na druhou stranu v jisté poloze zdroje se geometrický průběh oblouku odklání z definované polohy, jako by se „opíral“ o stěnu zářivky, a ohřívá tak luminofor, který je nedílnou součástí těchto zdrojů, jehož účinnost je závislá mimo jiné právě na pracovní teplotě.

Tab. 5-12 – Ustálené teploty povrchu baňky v kontrolních bodech žárovky 60W v různých polohách

Ustálená teplota T [°C]		Kontrolní bod dle Obr. 5-33			
		1	2	4	5
Poloha	1	50	52	78	221
	2	90	95	68	84
	3	55	58	224	95

Tento jev se vyskytuje u všech zářivek pro všeobecné osvětlování, přičemž u zářivek kompaktních se projevuje ještě jeden popsitelný jev a to tzv. „blížkostní“ efekt. Ten vychází rovněž ze závislosti účinnosti luminoforu na teplotě stěny a je způsoben geometrickými rozměry kompaktních zářivek (např. kontrolní body kompaktní zářivky 5 a 6 v poloze 3 a 4 na Obr. 5-33).

Všechny jevy popsané v předchozím i řada dalších se ve svém důsledku podílí na poklesu světelného toku zdroje (viz. Obr. 5-32).



Obr. 5-32 – Typické závislosti světelného toku na provozní teplotě pro kompaktní zářivky DULUX T (T/E) (pro srovnání i T (T/E) IN) pro různé polohy dle Obr. 5-33

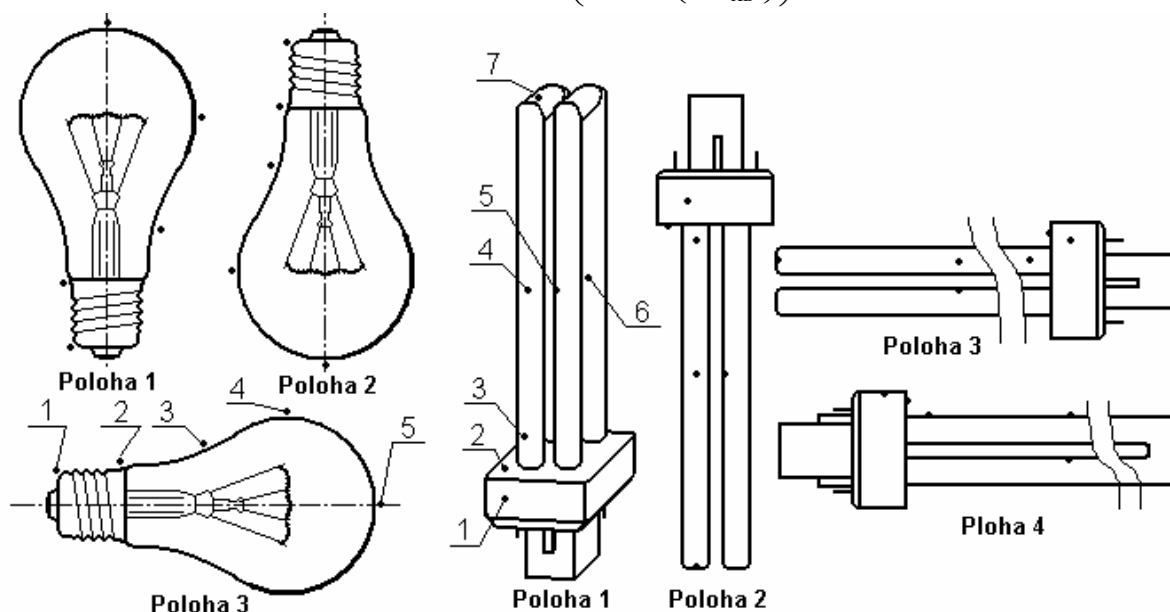
Takto bychom mohly pokračovat od jednoho typu zdroje k druhému, přičemž každý z nich má jistá specifika, které stojí za bližší komentář. Ale pro uvedení do problému postačí zmíněné dva, které jsou v současné době zároveň nejpoužívanější.

Samotnou oteplovací charakteristiku měřeného zdroje v dané poloze a kontrolním bodě můžeme z naměřených hodnot vyjádřit v obvyklém tvaru

$$\mathcal{G}_{KB}(t) = \mathcal{G}_{KB,ust} \cdot \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{KB}}\right) \right), \quad (\text{deg;deg;s;s}) \quad (5.73)$$

popřípadě přímo teplota je

$$T_{KB}(t) = \mathcal{G}_{KB,ust} \cdot \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{KB}}\right) \right) + T_0. \quad (^\circ\text{C};^\circ\text{C;s;s};^\circ\text{C}) \quad (5.74)$$



Obr. 5-33 – Definice měřicích poloh a kontrolních bodů pro teplotní zdroj-žárovku a nízkotlaký rtuťový výbojový zdroj-zářivku

**5.15.3 Úkol měření**

Změřte oteplovací charakteristiky předložených světelných zdrojů v určené poloze a kontrolních bodech podle Obr. 5-33.

Proveďte vyhodnocení získaných výsledků s ohledem na odst. 5.15.2 a 5.15.5.

**5.15.4 Postup měření**

1. Upněte předložený světelný zdroj do požadované polohy (viz. Obr. 5-33).
2. Do místa určených kontrolních bodů připevněte teplotní čidla (termočlánky nebo jiné). Je třeba vzít v úvahu skutečnost, že v některých případech bude teplota na povrchu aktivní čisti světelných zdrojů dosahovat i 200 až 250°C
3. Připojte uvažovaná teplotní čidla na odečítací zařízení (operační zesilovač + milivoltmetr, digitální multimetr, zapisovač, ...).
4. Připojte obvod zdroje na napájení a v určených časových intervalech odečítejte a zapisujte změřené hodnoty až do ustáleného tepelného stavu (lze využít i automatický sběr dat do PC).
5. Zaměřte světelný zdroj, polohu, či kontrolní bod a měření opakujte v bodech 1 až 5.
6. Měření zpracujte tabelárně i graficky a určete potřebné parametry a veličiny z odst. 5.15.2 .

**5.15.5 Zpracování výsledků**

Změřené a vypočtené hodnoty zpracujte v podobě tabulek (např. Tab. 5-13) a rovněž graficky.

Při měření nezapomeňte, že každé teplotní čidlo má závislost na teplotě vyjádřenu pomocí konstanty, která je pro jednotlivé typy různá a pokud provádíte měření pomocí termočlánků je třeba si uvědomit, že měří oteplení. Tedy

$$T_{KB}(t) = \mathcal{G}_{KB}(t) + T_0 \quad (^\circ\text{C}; \text{deg}; ^\circ\text{C}) \quad (5.75)$$

Tab. 5-13 – Tabulka změřených a vypočtených hodnot pro oteplovací charakteristiky daného zdroje v závislosti na jeho poloze a kontrolním místě

Lokalizace zdroje ...				Čas $t_i$ [s]							
				0	...						$t_{UST}$
Položka ...	K.B.	$U_{out}$	[mV]								
	...	T	[°C]								
	K.B.	$U_{out}$	[mV]								
	...	T	[°C]								

**5.15.6 Závěr**

V závěru zhodnoťte výsledky měření a grafické průběhy oteplení pro zadaný zdroj ve smyslu odst. 5.15.5 a 5.15.2 a dále vyhodnoťte na jejich základě současný stav v použití těchto zdrojů.