

Světelné zdroje – světelné diody

(pokračování)

Ing. Vladimír Dvořáček

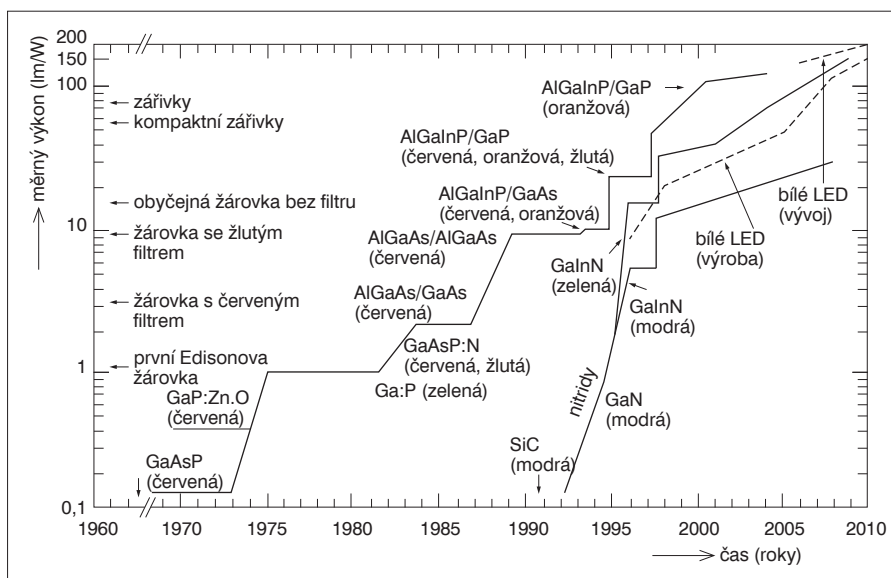
V seriálu článků publikovaném v našem časopise o jednotlivých skupinách světelných zdrojů byl jeden z článků [1] věnován světelným diodám. Přes poměrně krátkou dobu, která uplynula od jeho zveřejnění, doznanly hlavní parametry světelných diod v porovnání s ostatními světelnými zdroji zatím nejvýznamnějších změn. Cílem tohoto článku je aktualizovat, popř. doplnit některé údaje v souladu s dostupnými informacemi týkajícími se dané problematiky.

Světelné diody LED, jak již bylo mnohokrát v našem časopise konstatováno, trvale zaznamenávají velmi dynamický rozvoj. Zlepšují se nejen hodno-

nem 160 lm/W na trh. Rekordní hodnota dosažená u laboratorních vzorků těchto diod ve stejném roce a u stejné firmy činila již 208 lm/W při náhrad-

ní teplotě chromatičnosti 4 580 K [2]. Lze tedy s velkou pravděpodobností očekávat dosažení 200 lm/W v sériové výrobě v nejbližších několika letech. Za těmito úspěchy stojí nové materiály na bázi arzenidů a fosfidů india, galia a hliníku (např. GaAs, AlGaAs, GaP, GaAsP, AlGaInP) u červených, oranžových a žlutých diod a materiály na bázi nitridů a selenidů zinku, india a galia (např. GaN, ZnSe, InGaN) u zelených, modrých a fialových diod, dokonalejší a velmi náročné technologické postupy, zajišťující vysokou čistotu výsledného produktu, které vedle dosažení vyšší účinnosti LED zlepšily i jejich odolnost proti působení vyšší teploty a vlhkosti. Vliv teploty přechodu P-N na život světelných diod byl uveden v [1], vliv teploty na hodnotu světelného toku je ukázán na obr. 2 [2].

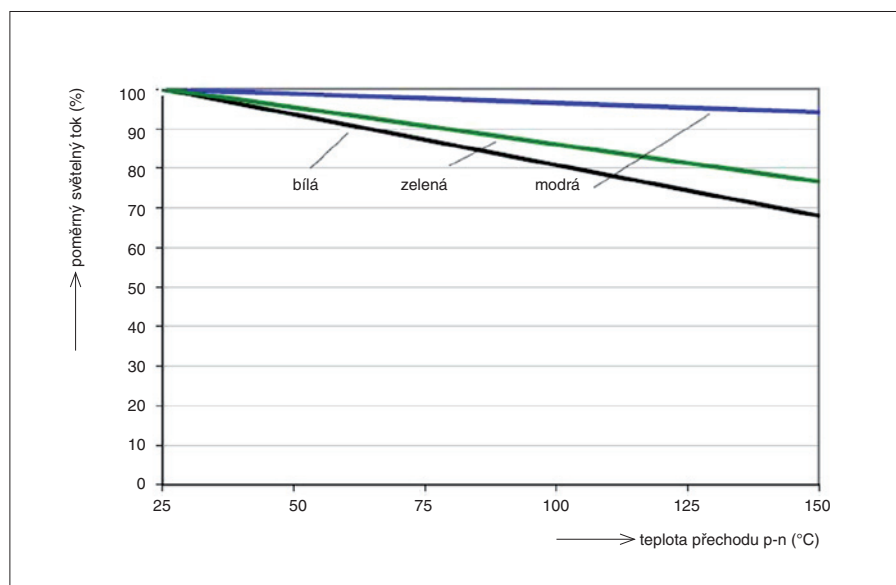
Významný vliv teploty na nejdůležitější parametry světelných diod je třeba brát v úvahu při konstruování konkrétních LED zdrojů (nejrůznějších tvarů, rozměrů, příkonů, s různými typy patič atd.), protože právě v této etapě se nejčastěji zhoršují teplotní podmínky pro fungování čipů, přestože jejich výchozí parametry jsou vynikající. Zajištění optimální pracovní teploty přechodu P-N (mezní, ale ještě přijatelné teploty s akceptovatelným snížením měrného výkonu okolo 10% se pohybují mezi 85 a 100 °C) je tedy úkolem pracovníků vývoje,



Obr. 1. Zvyšování měrného výkonu vyráběných světelných diod v průběhu několika posledních desetiletí

ty měrného výkonu, ale i horní hranice příkonu jednotlivých čipů. V roce 2009 byly uváděny aktuální, v té době špičkové hodnoty měrného výkonu na úrovni avšak již v průběhu roku 2010 se objevily zprávy o překročení – prozatím v laboratorních podmínkách – hodnoty 200 lm/W a horní hranice příkonu čipu dosáhla 10 W. Tím se světelné diody dokonce dostávají před zatím nejúčinnější světelné zdroje vyráběné v současné době – nízkotlaké sodíkové výbojky. Neméně pozoruhodné, ale o to důležitější je však tempo zavádění výsledků z laboratoří do sériové výroby (obr. 1). Dobu mezi informací o dosažených výsledcích na laboratorních vzorcích a jejich následným využitím v sériové výrobě lze počítat na měsíce.

Vedoucí firma v tomto oboru – Cree – v loňském roce oznámila uvedení bílých světelných diod s měrným výko-



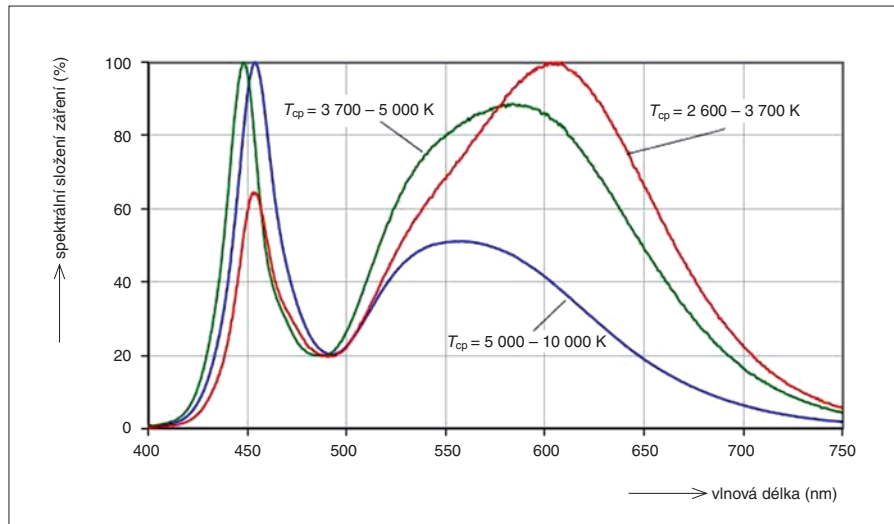
Obr. 2. Závislost světelného toku LED na teplotě okolí

kteří musí zvolit konstrukční řešení výsledného zdroje s účinným a zároveň esteticky provedeným chlazením, i úkolem uživatelů přizpůsobit konkrétní podmínky provozu možnostem LED zdrojů.

K rozšíření oblasti použití světelných diod rovněž přispívá možnost ve velké

tě oprávněných), ne vždy jsou však tyto výtky namístě. Je nutné si uvědomit, že uváděné maximální hodnoty měrného výkonu čipů jsou měřeny (udávány) při optimálních hodnotách proudu (např. u diod o malém výkonu při 20 mA, u výkonných diod při 350 mA) a při teplo-

ší dobu stagnuje a zřejmě nelze očekávat její další růst, protože výzkumně-vývojové práce jsou zaměřeny do jiných oblastí světelných zdrojů (kromě světelných diod i do oblasti halogenidových výbojek s korundovým hořákem). Kromě toho velké investiční prostředky, které věnují nejvýznamnější světové firmy (zejména Cree, Nichia, Osram, Philips) právě na další vývoj světelných diod, a rovněž zlepšující se parametry dalších komponent LED zdrojů (měni-



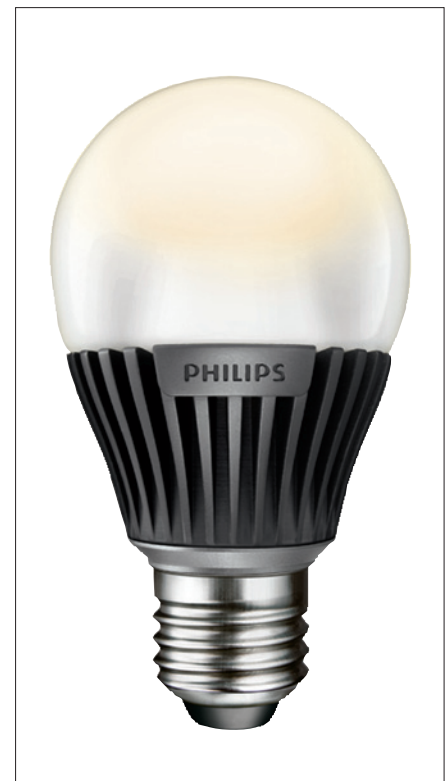
Obr. 3. Emisní spektrum bílých světelných diod s různou teplotou chromatičnosti

šíři upravit spektrální složení světla. Bílé světelné diody jsou vyráběny ve velmi širokém rozsahu náhradní teploty chromatičnosti – od 2 600 do 3 700 K u teplejších odstínů, od 3 700 do 5 000 K u neutrálních a od 5 000 do 10 000 K u chladnějších odstínů. Příklady spektrálního složení hlavních skupin jsou uvedeny na obr. 3 [2].

Na tomto místě je účelné připomenout, že ačkoliv jednotlivé světelné diody pracují při malém napájecím napětí, které nevyžaduje ochranu před nebezpečným dotykem, zdroje sestavené z řady jednotlivých diod a s integrovaným měničem tak, že je lze připojit přímo do sítě 230 V, musí vyhovovat bezpečnostním požadavkům podobně jako běžné elektrické spotřebiče. To např. znamená, že LED zdroje ve tvaru žárovky, jež jsou opatřeny kovovým chladičem přístupným dotyky, který se při poruše může ocitnout pod napětím, je nutné opatřit dvojitou izolací.

Vraťme se ještě k problematice poměrně značného nesouladu vynikajících hodnot měrného výkonu čipů světelných diod špičkových výrobců (považujeme za reálnou hodnotu 160 lm/W) a výsledné účinnosti finálních výrobků sestavených z těchto čipů, která dosahuje přibližně jen poloviční hodnoty. Tato skutečnost je předmětem kritických připomínek některých uživatelů (v případě nekvalitních výrobků a klamavé reklamy neinformovaných nebo nezodpovědných obchodníků jis-

tě P-N přechodu 25 °C. Jejich použitím v konkrétním LED světelném zdroji, který je tvořen větším počtem diod, při vyšších hodnotách proudu a v nepříznivějších teplotních podmínkách dochází ke znatelnému zhoršení těchto parametrů. Rovněž je třeba počítat s určitými ztrátami energie v napájecích zdrojích (účinnost měničů dosahuje v nejlepším případě 85 až 90 %), které dále snižují výslednou hodnotu měrného výkonu, takže světelný tok konkrétního LED zdroje dosahuje v porovnání s parametry udávanými výrobcem čipy použité v daném výrobku skutečně v nejlepším případě zatím jen maximálně 50 % hodnoty [3]. Budme však objektivní, i u zatím nejúčinnějších sériově vyráběných světelných zdrojů – již vzpomínaných nízkotlakých sodíkových výbojek –, kde je uváděn měrný výkon až 198 lm/W, platí, že zmíněné hodnoty dosahuje pouze jeden typ této výbojky o příkonu 131 W, a to rovněž bez započtení ztrát v předřadníku. Vezmeme-li v úvahu velikost těchto ztrát a zohledníme-li i účinnost svítidla, bez něhož tuto výbojku nemá smysl používat, pak se dostaneme rovněž na hodnoty výrazně nižší, jímž začínají světelné zdroje sestavené ze světelných diod již nyní velmi dobře konkurovat. Kvalita světla (charakterizovaná hodnotou R_a 75 až 80 u chladnějších odstínů a minimálně 80 u teplejších odstínů) hovoří jasně ve prospěch světelných diod. Navíc účinnost uváděných výbojek již del-



Obr. 4. Příklad světelného zdroje LED - stmívatelná náhrada klasické 40W žárovky, 470 lm

čů) se velmi rychle promítají i do zlepšující se kvality finálních sériových výrobků, v nichž jsou tyto čipy použity. Uvedené skutečnosti svědčí o reálném potenciálu LED zdrojů, jejichž možnosti nejsou ještě zdaleka vyčerpány. Pozitivní trend postupného dlouhodobého a logického snižování nákladů na lumen za hodinu LED zdroje tento proces určitě urychlí.

Literatura:

- [1] DVOŘÁČEK, V.: *Světelné zdroje – Světelné diody*. Světlo, 2009, č. 5, s. 68
- [2] Cree Lamps Data Sheet: *Cree Lamps XM-L LEDs*. 2010.
- [3] Navigant Consulting, Inc., Radcliffe Advisors, Inc., SSSL Inc.: *Solid-State Lighting Research and Development*. USA, 2009.