

# Soumrak nad lampami buzenými svařovacími lasery?

Do nedávné doby bylo bodové svařování s minimální tepelně ovlivněnou zónou doménou tzv. pulsně lampami buzených pevnolátkových (LPSS – Lamp-Pumped Solid State) Nd:YAG laserů. Novou progresivní alternativou těchto klasických LPSS laserů je nyní nová technologie vysoce efektivních kvazi-kontinuálních (QCW) vláknových laserů, představených firmou IPG Photonics, světovou jedničkou v oblasti výkonných vláknových laserů.

Tyto nové QCW vláknové lasery mohou opět způsobit průlom v oblasti laserového bodového svařování, podobně jako vysoce výkonné (multi kW) kontinuální (CW) vláknové lasery znamenaly průlom v oblasti laserového řezání a svařování.

## QCW versus klasické LPSS Nd:YAG lasery

QCW vláknové lasery jsou velmi efektivní, jejich konverzní účinnost elektrické energie na optickou dosahuje až 30% a díky tomu je stačí chladit pouze vzduchem. Efektivita LPSS Nd:YAG laserů je výrazně nižší, dosahují konverzní účinnosti pouhých 3,5%. Účinnost QCW vláknových laserů je tedy až 10násobná. Mezi další výhody patří menší prostorové nároky (až 3x nižší) a kompaktnost, bezúdržbovost systému a vynikající stabilita výkonu a energie v pulsu. Vláknové lasery z principu neobsahují žádné komponenty (spotřební materiál), které by vyžadovaly výměnu v průběhu celé životnosti laseru. U LPSS Nd:YAG laserů je potřeba pravidelně měnit budící lampy a provádět pravidelnou údržbu (ladění rezonátoru, optické dráhy apod.). Hlavní výhody QCW vláknových laserů jsou:

- až 10x vyšší efektivita konverzní účinnosti
- kompaktnost a robustnost
- chlazení vzduchem
- bezúdržbový systém
- žádný spotřební materiál
- spolehlivost vláknové technologie

K oceňovaným přednostem těchto laserů patří rovněž vysoká stabilita energie/výkonu v pulsu a vynikající kvalita výstupního svazku.

## Základní princip a parametry QCW laserů

Délka pulsu v oblasti 0,2 až 20 ms a vysoký výstupní průměrný výkon >1 kW umožňují u QCW vláknových laserů dosáhnout energii v pulsu v řádu několika J, která je potřebná pro bodové svařování.

Takto velké energie ve výstupním pulsu je dosaženo pomocí budících diod, které generují vysoce energetické budící optické pulsy. Budící diody v QCW laseru tedy pracují v pulsním režimu, podobně jako budící lampy u LPSS Nd:YAG laserů. Právě díky rozvoji a inovacím v oblasti pulsních budících diod se firmě IPG podařilo zkonstruovat tento typ vláknových QCW laserů.

Vysoká kvalita výstupního svazku QCW laserů (tj. možnost fokusace svazku do velmi malého bodu) se na první pohled může zdát nevýhodou pro vytváření bodových svarů s velkým průměrem zhruba 0,5mm, který je typický pro určité svařovací aplikace (například svařování teplotně citlivých součástí). Tyto velké průměry jsou často požadovány pro zvýšení pevnosti svaru nebo k překlenutí malých mezer mezi svařovanými díly.

Z tohoto důvodu se QCW lasery dodávají s různým typem výstupního optického vlákna. Laser lze dodat s multi-módovým výstupním vláknem průměru 50 až 200  $\mu\text{m}$ . V kombinaci s vhodnou kolimační optikou a fokusací čočkou je tak možné generovat široký rozsah průměrů pracovního bodu laseru.

## Aktuální modely na trhu

V současné době jsou na trhu QCW vláknové lasery se špičkovým výkonem v pulsu 750 W a 1 500 W (modelová řada YLR). Lasery se špičkovým pulsním výkonem 3 kW a 5 kW firma IPG představí ke konci roku 2010. Aktuální modely (750W a 1,5kW) vykazují vynikající stabilitu výkonu a energie v pulsu v rámci celého dynamického rozsahu výkonu (stabilita  $\pm 0,5\%$ ). Výborná je také kvalita výstupního svazku (faktor kvality svazku  $M^2=1,1$ ). Jak již bylo zmíněno, lze u těchto laserů volit různé průměry výstupního optického vlákna a tím měnit velikost pracovního bodu. Oba současné modely řady YLR jsou napájeny jedno-fázově (230 VAC) a celý laser je kompletně integrován do 4U vysokého 19" racku, viz Obr.1.

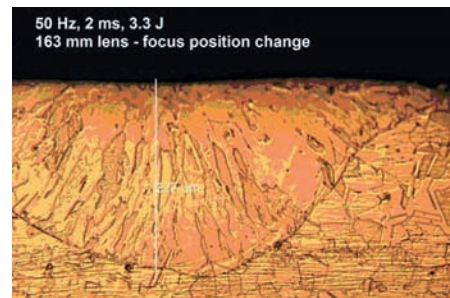


Obr. 1 – QCW vláknový laser, model YLR-150/1500-QCW-AC se špičkovým výkonem v pulsu 1,5kW.

FOTO: LAO



Obr. 2 – Horní strana vysoce kvalitního průběžného svaru, který je tvořen sérií překrývajících se bodů (pulsů). Materiál je nerez, použitý ochranný plyn Argon.



Obr. 3: Metalografický výbrus (průřez) svaru s excelentní kvalitou a nulovou pórovitostí i přesto, že během těchto testů nebyl použit žádný ochranný plyn.

## Aplikace a použití

Délka pulsu a jeho energie je u QCW vláknových laserů velmi podobná jako v případě LPSS Nd:YAG laserů. Praxe a testy ukazují, že i výsledky svařování QCW vláknovým laserem a LPSS Nd:YAG laserem jsou si velmi podobné. Ukázka svaru QCW laserem je zobrazena na Obr. 2. a Obr. 3.

V pulsním režimu je QCW laser ideální pro bodové (spot welding) a průběžné (seam welding) svařování, případně vrtání. QCW laser může ale také pracovat v kontinuálním režimu, který umožňuje kvalitní laserové řezání a dělá tak z tohoto typu laseru univerzální nástroj pro více aplikací. Nicméně hlavním přínosem QCW laserů jsou velké výhody oproti starším LPSS Nd:YAG laserům, které „historicky“ sdílí velký podíl na trhu v oblasti laserového svařování.

Integrátoři a výrobci tak nyní mají novou alternativu v podobě QCW laserů při volbě laserové zdroje pro svařovací aplikace. Tato nová alternativa je cenově efektivnějším řešením, neboť QCW laser jak bylo zmíněno je podstatně efektivnější, jednodušší, robustnější a bezúdržbový.

Ing. Miroslav Novák  
LAO – průmyslové systémy

Parametry QCW vláknového laser (model YLR-150/1500-QCW-AC)	
Parametr:	Hodnota:
Pracovní režim	pulsní/kontinuální CW
Špičkový výkon v pulsu [W]	1500
Energie v pulsu [J]	15
Délka pulsu [ms]	0,2-10
Průměrný výkon (pulsní režim) [W]	150
Průměrný výkon (CW režim) [W]	250
Vlnová délka [nm]	1070
Kvalita svazku, M2	1,1
Stabilita výkonu/energie [%]	$\pm 0,5$
Rozměry (Š x D x V) [mm]	448 x 500 x 177 (4U 19" rack)