

PRŮMYSLOVÉ LASERY A JEJICH APLIKACE

Ing. Marek Janata, AIR PRODUCTS spol. s r.o.

Princip laseru a jeho možnosti

Laser je kvantový generátor světelných paprsků sloužící k zesilování světelných vln pomocí stimulové emise záření. Svazek laserových paprsků je zdrojem s vysokou hustotou energie, přičemž záření vychází z laseru ve formě málo rozbíhavého, monochromatického (s jednou vlnovou délkou) a koherentního (v souladu fází) svazku paprsků.

Z praktického hlediska laserový paprsek koncentruje vysokou energii do velmi malé plochy, což umožní natavení případně až odpaření materiálu z plochy menší než mm^2 ve zlomcích sekundy. Zmíněné skutečnosti se využívá v praxi při technologiích dělení materiálu, obrábění, svařování, tepelného zpracování či vytváření speciálních povrchových vrstev. Laserové technologie umožňují řezat velmi tvrdé materiály při vysoké kvalitě a rychlosti řezu či vrtat otvory o velikosti setin milimetru. Jednotlivé aplikace však závisí na konstrukci laseru.

Z konstrukčního hlediska se lasery v zásadě dělí na :

- pevnolátkové (např. Nd-YAG)
- plynové (např. CO_2 a excimerové lasery)
- polovodičové (diodové)

Každý z těchto druhů laserů má své přednosti a omezení, co se týče jednotlivých aplikací.

Lasery a technické plyny

Použití technických plynů u laserových zařízení se dělí do dvou oblastí :

- 1) - jako pracovní náplň- pouze u plynových laserů
- 2) - jako asistenční plyn či ochranná atmosféra

Z hlediska aplikace ve strojírenské výrobě jsou nejčastěji užívané lasery s plynovým aktivním prostředím. Plynové lasery mají název dle druhu aktivního prostředí -tj. dle pracovní náplně. Nejhojněji používaným představitelem těchto laserů je CO_2 laser, jehož aktivní prostředí je tvořeno směsí plynů CO_2 , N_2 a He.

Výhody plynného aktivního prostředí jsou především ve snadnějším odvodu tepla, které se může uskutečnit cirkulací. Ve složení směsi plynů zaujímá obsah oxidu uhličitého CO_2 (3-10%). Největší zastoupení má Helium He (80%), které má dobrou tepelnou vodivost, a hlavním jeho účelem v aktivním prostředí je odvod tepla. Dusík N_2 (obsah do 10%) je schopen přijmout od helia He srážkovou energii a tu pak dalším srážkovým mechanismem předat molekule oxidu uhličitého CO_2 . Principem CO_2 laseru je pak vibrace molekul CO_2 doprovázená excitací a následným vyzářením fotonů s vlnovou délkou 10,6 μm .

Vysoce čisté plyny jsou tedy nezbytnou podmínkou pro efektivní přeměnu elektrické energie na laserové záření probíhající v rezonátoru laseru. Již velmi nízký podíl nečistot může

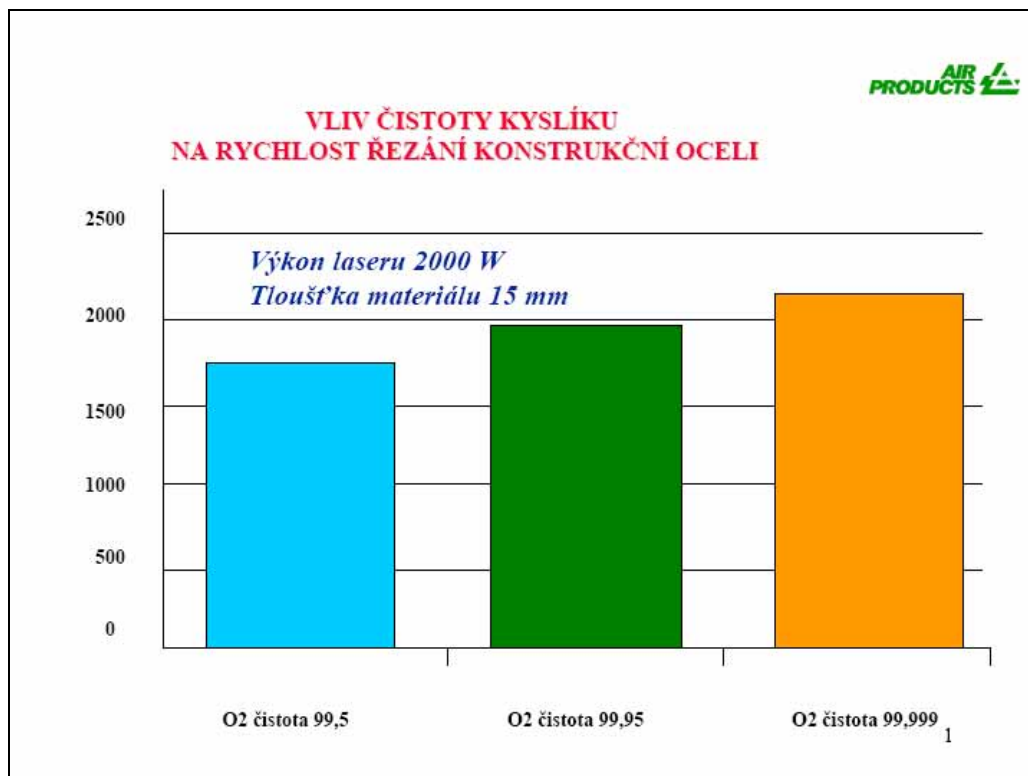
mít neblahý dopad na spolehlivost, životnost a výkon laseru. Proto je nutné používat laserové plyny potřebné minimální čistoty – viz tabulka „Rezonátorové plyny“. Některé CO₂ lasery mají zabudované směšovací stanice a potřebují tak jen jednotlivé lahve s plyny. Jiné lasery jsou konstruovány tak, že potřebují směs plynů pracovního prostředí přímo namíchané v jedné tlakové lahvi (tzv. “premixed gases“).

Technické plyny jako ochranná či aktivní atmosféra

Plynná ochranná atmosféra se používá jednak pro ochranu zpracovávaného materiálu před okolní atmosférou nebo i pro oxidační reakci na podporu spalování (pouze při tepelném dělení ocelových materiálů). Pro aplikace svařování či vytváření povrchových vrstev speciálních vlastností se užívají v zásadě inertní plyny argon, helium a dusík. Jejich čistoty jsou uvedeny v tabulce „Asistenční plyny“

Při technologiích řezání laserem se do fokusační hlavičky laseru vhání pod tlakem plyn, který může vlastní proces urychlovat buď zvýšeným spalováním, nebo se jím vytlačuje tavenina z řezu, anebo je plyn primárně určen pro ochlazování řezu. Podle toho patří mezi základní metody dělení laserem tavné, oxidační a sublimační řezání. U tavného řezání se dělený materiál lokálně nataví a tavenina je proudem inertního plynu oddělována od základního materiálu. Tento způsob řezání využívá jen malých rychlostí posuvu rezné hlavy a je vhodný především k vytváření nezoxidovaných řezů kovových materiálů. Oxidační řezání se od tavného liší použitím kyslíku jako rezného plynu. Jeho reakcí roztaveným povrchem kovu vzniká exotermní reakce, která má za následek další ohřátí materiálu. Tím lze dosáhnout vyšších rychlostí řezu, řez je však horší kvality, s vyšší drsností a větší tepelně ovlivněnou zónou. Při sublimačním řezání je materiál v místě řezu odpařován.

Význam čistoty rezného asistenčního kyslíku, při řezání oceli laserem, ovlivňující rychlost řezu, dokumentuje následující graf.



Technologie využívající laserového paprsku a jejich výhody

Dělení materiálu laserem

Při dělení materiálů laserem nedochází k mechanickému působení na zpracovávaný materiál a vznikají pouze minimální deformace při vlastním procesu dělení i po jeho ukončení. Proto je možné dělit materiály velmi přesně a to i materiály velmi lehce deformovatelné nebo křehké. Díky vysoké hustotě výkonu laserového záření je zabezpečena vysoká produktivita práce a vysoká kvalita řezu. Možnost ovládání laserového paprsku umožňuje dělit materiály složitými křivkovými řezy na ploše i v prostoru. Z ekonomického hlediska je dnes produkce z technologických pracovišť pro dělení materiálů laserem konkurenceschopná ve srovnání s ostatními technologiemi dělení materiálů.

Technologie laserového řezání materiálů (kovových i nekovových) je vhodná tam, kde je nutné zrealizovat velmi tvarově náročné představy konstruktérů a návrhářů z plochých polotovarů a kde rozměr nejmenších substruktur (děr, drážek, vřezů) je roven alespoň přibližně tloušťce zpracovávaného polotovaru.

Pro dělení materiálu se dnes stále ještě nejčastěji používají výkonové plynové CO₂ lasery a pevnolátkové Nd:YAG lasery, ale své místo nacházejí už i výkonové diodové lasery a rovněž i lasery excimerové. V porovnání s ostatními typy jsou nejsilnější CO₂ lasery s vlnovou délkou záření 10,6μm vhodné zvláště k dělení klasické, legované nebo korozivzdorné oceli až do tloušťky kolem 25mm a pevnolátkové Nd:YAG se zářením na vlnové délce 1,064μm pak především ke zpracování slabších kovových i nekovových či speciálních materiálů. Kratší vlnová délka pevnolátkových laserů umožňuje zmenšit stopu dopadu fokusovaného laserového svazku, což dovoluje podstatně zmenšit rozměry řezu, snižuje se tepelný zásah do materiálu v okolí řezu a klesá spotřeba energie.



Svařování laserem

Laserové svařování má oproti jiným metodám svařování celou řadu předností:

- lehce dosažitelný úzký a hluboký svár u širokého spektra materiálů,
- efektivní hluboké sváry mohou být provedené u materiálů o síle až 12 mm,
- laserové svařování je uskutečňované s velmi malým vstupem energie na jednotku svařované délky, výsledkem čehož jsou malé deformace a slabé zbytkové pnutí vzniklé svařováním a malá tepelně ovlivněná zóna
- vysoká produktivita práce technologického procesu,
- setrvačnost laserového paprsku je velmi malá, laserové svařování je vhodné pro automatizaci,
- laserové svařování může být uskutečňováno ve vzduchu bez použití vakua nebo speciální inertní přídavné atmosféry,
- nedochází k žádnému znečištění sváru materiálem elektrod,
- laserový paprsek může lokálně svařovat i místa těžko dostupná, které by bylo jinak jinými způsoby svařování obtížně svařitelné.

Zásobování laserů technickými plyny Air Products

Pro provoz laserového zařízení nabízí společnost Air Products ucelený sortiment technických plynů a služeb včetně řešení nejrůznějších variant pro zásobování laserových pracovišť technickými plyny.

Variety zásobování technickými plyny:

- jednotlivé tlakové lahve (typ B50, plnicí tlak 200 – 300 bar)
- svazky tlakových lahví (plnicí tlak 200 – 300 bar)
- mobilní kryogenní nádoby – minitanky, POS, EURO-CYL (180 – 600 l)
- stacionární kryogenní zásobníky (3000 – 60 000 l)

Zásobovací systémy pro lasery

Plyny laserové čistoty vyžadují odpovídající a odborně provedený zásobovací systém. Rozhodujícími kvalitativními znaky zásobovacího systému jsou:

- materiál potrubního rozvodu
- provedení spoje potrubního rozvodu
- správně navržený tlak a průtok redukční stanice
- kovové membrány v redukčních ventilech a stanicích
- odvzdušňovací systém

