

Posudek na diplomovou práci Bc. Matyáše Příbaně

Generace 2. harmonické frekvence v nanosekundovém svazku s energií 50 J a výkonem 500 W

Diplomová práce se zabývá generací druhé harmonické frekvence vysokoenergetického laserového systému s vysokým středním výkonem. Důraz je kladen na tepelné jevy, které ovlivňují účinnost generace.

Samotná práce má rozsah 29 stran a je dělená do šesti částí. Po stručném úvodu následuje teoretická část, která popisuje základy generování harmonických frekvencí a základy vedení tepla. Je dobře napsaná, přiměřeně podrobná, neobsahuje zbytečně odvozování ani věci, které by v práci nebyly využité. Zároveň v této části nic zásadního nechybí, snad kromě definice pojmů jako je "průměr". Musím však zmínit dvě faktické chyby vzniklé přílišným zobecňováním. Poznámka pod čarou 1 na straně 12 chce být popisem polarizací a indexů lomů všech jednoosých krystalů, ve skutečnosti se jedná o popis pouze kladných jednoosých krystalů. Podobně popis sfázování druhého typu na straně 14 by byl pravdivý pouze v případě, kdyby byl poměr mezi energiemi vstupních polarizací 1:1.

Ve třetí kapitole jsou popsány numerické simulace vlivu teplotního rozložení v krystalu na účinnost generace druhé harmonické frekvence. Použitý kód v programovacím jazyku Matlab, který je přiložený na CD, je srozumitelný a dobře okomentovaný. V práci je pro popis algoritmu používané slovo solver. Z popisu i kódu samotného je však jasné, že nejde o solver v pravém slova smyslu, ani nepoužívá zmiňovaný iterativní přístup. Program pouze prochází předem danou množinou úhlů a hledá minimální rozfázování, místo aby vyřešil poměrně dobře definovaný problém hledání minima funkce. Využití zavedených algoritmů implementovaných v prostředí Matlab by bylo čitelnější a rychleji by dospělo k přesnějšímu řešení. Výsledky simulací jsou zajímavé a je škoda, že nejsou jasněji porovnány s experimenty.

Čtvrtá kapitola popisuje přípravu a průběh experimentu, jsou zde také uvedené naměřené výsledky. Je patrné, že dělat experimenty na tak velkém laseru je složité a časově náročné, k samotným experimentům tedy nemám výtky. Prezentace výsledků by si ale zasloužila zlepšení. Například, profilům vstupního svazku na obrázcích 13 až 16 chybí barevná škála a popisky os. Grafy 20, 22, 24 a 26 prezentují účinnost generace při různých provozních podmínkách. Bylo by snadnější je porovnat, kdyby byly všechny křivky v jednom grafu nebo kdyby byl alespoň stejný rozsah vertikální osy. Tyto grafy mají zároveň ukazovat stabilitu účinností a v práci se píše, že zlepšení stability se změnou teploty pícky "je výrazné". Stabilita ale není nikde v práci vyčíslená a kvůli rozdílným rozsahům os v grafech nelze porovnat ani vizuálně. Autor také operuje s pojmem

“průměrná účinnost”, která je uvedena v grafech pod zkratkou RMS. RMS se ale liší od aritmetického průměru tím, že v nějakém smyslu obsahuje i chybu měření. Z práce není jasné, která definice průměru je použita.

Pátá kapitola diskutuje výsledky experimentů a porovnává je se simulacemi a s experimenty anglické laboratoře, která disponuje podobným laserem. Bohužel je text mnohdy vágní. Kromě nevyčíslení stability se jedná například o stranu 33, první odstavec: “Při opakovací frekvenci 10 Hz je pokles (*pozn. účinnosti*) větší a rychlejší”. Co znamená rychlejší pokles, když podle grafů dojde ke stabilizaci účinnosti v obou případech víceméně po 20 minutách? Předposlední odstavec na straně 34 zmiňuje “malý” teplotní gradient při “menším” rozdílu teplot v krystalu, ale není uvedené, s čím se porovnává a jaký konkrétní rozdíl si mám představit. Vliv teplotního gradientu na účinnost konverze je ilustrován pomocí obrázků 27 až 30, ve kterých ale chybí legenda a barevná škála, proto jsou na nich změny špatně viditelné. Zároveň nikde není uvedeno, při jaké opakovací frekvenci a teplotě pícky byly tyto profily změřené.

Závěr práce shrnuje dosažené výsledky a explicitně doporučuje provozní teplotu krystalu, jak vyžaduje zadání v práci. Obecně je práce jazykově v pořádku až na drobné typografické nedostatky, například nejednotné používání desetinné čárky a tečky či nejednotné formátování citací. Páté kapitole, která diskutuje výsledky práce, by prospělo zkonkretizování a rozšíření.

Z formálního hlediska je v práci v pořádku a zadání bylo splněno. Diplomovou práci proto doporučuji k obhajobě a **navrhuji hodnocení klasifikačním stupněm C – dobře.**

Otázky

1. Proč je rozložení teploty spočítané programem COMSOL při teplotě pícky 70 °C na obrázku 11 centrálně nesymetrické? Tato nesymetrie je ještě lépe vidět na obrázcích dostupných na přiloženém CD. Byla tato nesymetrie pozorovaná v experimentu?
2. Mohl by autor vyčíslit průměrné účinnosti a stability generace druhé harmonické při různých provozních podmínkách a provést vizuálně zřetelné porovnání?
3. Druhý odstavec na straně 35 zmiňuje teplotní gradient v krystalu indukovaný píckou, který má mít větší vliv než teplotní gradient vytvořený laserovým svazkem. Všechny spočítané teplotní gradienty do této chvíle ale ukazovaly především vliv laseru. Jak to tedy s tou píckou a laserem je? Jak například vypadá teplotní gradient v krystalu bez přítomného laseru?

4. V úvodu i na začátku kapitoly čtyři je použitý laserový systém popsán jako “unikátní,” ale na straně 33 ve třetím odstavci je odkazovaný “analogický laserový systém” kolegů z Anglie [16] a s jejich výsledky se autor porovnává. V čem je unikátnost a v čem analogie?

V Praze dne 18. ledna 2022

Ing. Martin Duda, Ph.D.