Posudek disertační práce
Ing. Jana Dostála

Simulace průchodu svazku laserovým systémem SOFIA určeným pro optické buzení nelineárních krystalů

Předkládaná disertační práce souvisí se stavbou hybridního laserového systému, který by měl sloužit k otestování moderní metody OPCPA – "Optical Parametric Chirped Pulse Amplification" - k zesilování ultrakrátých laserových pulsů v případě úzkopásmových laserových systémů. Hybridní proto, že používá komerční úzkopásmový optický parametrický oscilátor a plynové jódové fotodisociační zesilovače.

Úkolem této práce specielně byla simulace průchodu laserového svazku tímto systémem až k prvnímu nelineárnímu krystalu. Je zřejmé, aby tato práce mohla začít, musel být systém nejdříve zrealizován, a potom se mohlo přistoupit k podrobnějšímu studiu pomocí simulačních technik. O stavbě laserového systému blíže pojednává kapitola 4, z níž vyplývá, že na realizaci systému nazvaném SOFIA (Solid-state Oscillator Followed by Iodine Amplifiers) se podílel i doktorand jako člen čtyřčlenného týmu. Po dokončení této časově i technicky náročné etapě doktorand mohl přistoupit k vlastnímu tématu předkládané práce. K simulaci byl vybrán programovací kód GLAD5 (General Laser Analysis and Design), který je pro uživatele programem dosti náročným. Na druhé straně však v případě laserového systému SOFIA umožňuje jeho komplexní popis. Laserový svazek je v GLADu reprezentován komplexní amplitudou svazku vlnoplochy, nikoliv souborem paprsků, jak je tomu u kódů založených na geometrické optice. Podle práce (kapitola 5) programovací kód nabízí podrobné studium vlivu jednotlivých optických prvků na kvalitu svazku i možnost porovnání výsledků simulace s naměřenými parametry svazku. Simulace celého systému je rozdělena do uzavřených bloků, které umožňují zkoumat konkrétní optický celek samostatně bez nutnosti spouštět kompletní simulaci. Z každého bloku jsou vybrány nejdůležitější grafické výstupy, hlavně intenzitní profily svzků a hodnoty energie za jednotlivými stupni, které jsou pak dokumentovány ožehovými záznamy a měřeními v reálném systému. Výsledky simulace, např. hodnot energií v pulsech nebo míry zesílení v jednotlivých zesilovačích, se dobře shodují s naměřenými výsledky. Tento výsledek simulace považuji za velmi důležitý, protože potom simulace programovacím kódem GLAD5 se dá využít k optimalisaci celého laserového systému SOFIA. Jako příklad je možno uvést měření a výpočet profilu intensity svazku 3. harmonické před vstupem do nelineárního krystalu OPA zesilovače, které se stalo podkladem pro návrh dalších úprav systému. Tato část práce přinesla důležite zjištění. Změřený profil intensity budícího svazku není tak kvalitní, jak podle simulace by měl být. Jako příčinu autor uvádí vliv akustických vln, které v zesilovačích vznikají při pomalém optickém čerpání xenonovými výbojkami.

Poslední část disertační práce je věnována porovnání výstupních pulsů z Ti:safirových laserů Femtosource a Micra, které jsou pro techniku OPCPA používány jako zdroje signálového svazku. Byly teoreticky odvozeny tvary a doby trvání výstupních pulsů; jejich konkrétní hodnoty jsou uvedeny v závěru teto části práce. V případě Femtosource vypočítaná doba trvání pulsu byla 12,6 fs, v případě Micry byla vypočítaná doba trvání pulsu 19,9 fs, tvar pulsu v obou případech byl obdobný.

Z disertační práce je zřejmé, že doktorand během postgradualního studia získal cenné teoretické a praktické znalosti nutné ke stavbě náročných vysokovýkonných laserových systémů a prokázal, že je schopen tyto systémy komplexním způsobem nasimulovat a vyvodit příslušné důsledky pro jejich optimalizaci. Disertační práce splňuje veškeré podmínky k získání vědecké hodnosti PhD.

27. dubna 2009.

RNDr. Karel Mašek, DrSc.