

Optimalizace časových parametrů a tvarování pulsů vysokovýkonného pikosekundového laserového systému

Autor: Ing. Denisa Štěpánková

Školitel: Ing. Martin Smrž, Ph.D.

Optimalizace časových parametrů a tvarování pulsů vysokovýkonného pikosekundového laserového systému je v této práci pojata z několika hledisek. Oním laserovým systémem je tenkodisková laserová platforma Perla C využívající techniku CPA. Perla C se nachází v laserovém centru HiLASE v Dolních Břežanech.

Nejpřínosnější část této práce se zabývá kompresí pulsů. Během vývoje kompresoru pro laserový systém byly podrobně testovány dva odlišné kompresory pulsů. První variantou byla komprese čerpovanou objemovou braggovskou mřížkou (CVBG), která díky svému malému rozměru v řádu několika cm^3 přispívá ke kompaktnosti celého systému a je tak dobrou volbou pro CPA systémy pracující s ultrakrátkými pulsy. Bohužel z důvodu tepelného účinku výkonného laserového svazku je mřížka tepelně namáhána, což má za následek významné zhoršení kvality svazku reprezentované parametrem M^2 . CVBG byla testována pro výkony do 270W (což je doposud nejvyšší použitý výkon v laserovém systému s CVBG), přičemž hodnota M^2 dosahuje 3,4, ačkoli referenční měření nekomprimovaného svazku udává hodnotu 1,5 pro tentýž výkon. Délka pulsu přesahuje 2,3 ps (transformační mez je 1 ps) a účinnost komprese se pohybuje okolo 80%. Ukázalo se, že obě veličiny jsou závislé na dopadajícím výkonu. Popsaná charakterizace CVBG by měla sloužit jako informace o limitech použití CVBG pro uživatele, kteří chtějí používat tento typ kompresoru ve vysokovýkonných systémech. Popsaná charakterizace ukazuje, že CVBG je dobře použitelná zhruba do 100W středního výkonu laseru.

Z důvodu celkového vylepšení parametrů na výstupu laseru byl navrhnut a sestaven kompresor z dielektrických transmisních difrakčních mřížek. Ačkoli takovéto systémy mřížek jsou problematictější z důvodů obtížné nastavitelnosti a potřeby větších ploch k manipulaci, jedná se o vhodnou volbu kompresoru pro výkonný laserový systém. Navržený a otestovaný kompresor má malý vliv na komprimovaný svazek (M^2 do hodnoty 1,5) a to i v případech vysokých vstupních výkonů. Kompresor má účinnost převyšující 96%. Délka komprimovaných pulsů zůstává neměnná na hodnotě 1,1 ps.

V další části byl pro laserový systém postaven selektor pulsů ze dvou Pockelsových cel, díky kterému je možno měnit opakovací frekvenci laseru a dávkovat pulsy v daném počtu. Následným bodem bylo zaměření se na tvarování pulsů pomocí prostorového modulátoru a získání kontroly nad kompenzací disperze v systému. Finálně byla otestována funkčnost laserového systému Perla C s optimalizovaným kompresorem, dobou trvání pulsu 1,1 ps, kvalitou svazku o $M^2 < 1,5$ a středním výkonem do 300 W. Perla C tak byla dotvořena v celek, jenž je schopen uživatelům poskytovat pulsy s vysokým průměrným výkonem, definovanou délkou pulsu a opakovací frekvencí.