оптоволоконное сглаживание лазерного излучения для повышения однородности облучения мишеней

Белов И.А., Бельков С.А., Воронич И.Н., Деркач В.Н., Душина Л.А., Сизмин Д.В., Стародубцев К.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, г. Саров, Нижегородская область, Россия, oefimova@otd13.vniief.ru

Для повышения однородности облучения мишеней на лазерной установке «Луч» [1] создана система пространственно-временного сглаживания лазерного излучения с помощью многомодового оптического волокна [2]. Система состоит из широкополосного задающего генератора (ЗГ), оптоволоконной линии сглаживания и системы предусиления. Задающий генератор построен на неодимовом стекле с ламповой накачкой и активной электрооптической модуляцией добротности. Излучение ЗГ на длине волны 1054 нм с шириной спектра 2 нм и длительностью импульса 20 нс вводится в многомодовое оптическое волокно с диаметром сердцевины 100 мкм и длиной 50 м. Модовая дисперсия в волноводе приводит к тому, что временная некогерентность превращается в пространственно-временную, и на выходе оптоволокна поле световой волны имеет спеклованное случайное распределение, быстро меняющееся во времени. Эффективное сглаживание мелкомасштабной неоднородности облучения происходит из-за того, что характерное время изменения положения спеклов на мишени, равное времени когерентности, много меньше времени отклика плазмы.

После оптоволоконной линии излучение проходит через предусилители, системы временного и пространственного профилирования, и подаётся на вход главного усилительного тракта установки «Луч». Усиленное излучение на выходе канала преобразуется во вторую гармонику и фокусируется на мишень. Форма пятна излучения в плоскости мишени задаётся с помощью линзового растра или фазовой пластины.

Проведены расчётно-теоретические и экспериментальные исследования по усилению сглаженного пучка и преобразованию его во вторую гармонику. На выходе усилительного тракта установки получена энергия импульса первой гармоники до 850 Дж при длительности импульса 4 нс, коэффициент преобразования во вторую гармонику до 40%, расходимость 0,18 мрад.

В опытах регистрировалось распределение плотности энергии излучения в эквивалентной плоскости мишени — интегральное по времени импульса и с развёрткой по времени, с помощью фотохронографа с разрешением 70 пс. В результате сглаживания практически полностью устранена спекл-структура излучения на мишени: интегральная по времени мелкомасштабная неоднородность уменьшена на 1 – 2 порядка по сравнению с несглаженным излучением.

Литература

1. Гаранин С.Г., Зарецкий А.И., Илькаев Р.И. и др. Канал мощной установки «Луч» для ЛТС с энергией импульса 3,3 кДж и длительностью 4 нc. Квантовая электроника, 2005 г., т. 35, №4, с. 299-301.
2. D. Veron, H. Ayral, C. Gouedard, et al. Optical spatial smoothing of Nd-glass laser beam. Opt. Commun., 1988, v. 65, №1, p. 42-45.