

ТЕРМОЯДЕРНОЕ ЗАЖИГАНИЕ МИШЕНЕЙ НЕПРЯМОГО ОБЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СФЕРИЧЕСКОГО ВВОДА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СО ВТОРОЙ ГАРМОНИКОЙ

М. С. Аверин, А. С. Гнуттов, И. Ю. Ермакова, А. А. Бусалов, К. А. Волкова, О. Е. Власова

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ», Саров, Россия

Преодоление порога зажигания в системах инерциального термоядерного синтеза является трудной научно-теоретической и научно-технической задачей, что связано с малыми размерами мишеней, ограничениями по мощности и энергии лазерной установки и рядом других причин. Процесс зажигания связан с взрывным самовозгоранием термоядерного топлива в малом объеме и характеризуется резким увеличением энерговыделения в нем, что открывает возможности для исследования различных вопросов физики высокой плотности энергии. Эта задача впервые была решена в 2021–2022 годах специалистами LLNL: в экспериментах на установке NIF термоядерное энерговыделение превысило энергию лазерного излучения [1].

В основе конструкции лазерной установки NIF лежит цилиндрический ввод лазерного излучения с длиной волны 0,35 мкм (третья гармоника). При этом получение зажигания на установках мегаджоульного класса с отличными от NIF конструктивными особенностями не имеет фундаментальных проблем и сводится к требованиям по необходимому уровню энергии и мощности лазерной системы. Так, альтернативной геометрией облучения является сферический ввод, обеспечивающий более симметричное воздействие на мишень. Данная альтернатива учитывается специалистами России и Китая при рассмотрении возможного строительства лазерных установок мегаджоульного класса в этих странах в будущем. Кратное увеличение исходной гармоники неодимового лазера (1,05 мкм) призвано снизить влияние нелинейных процессов при взаимодействии лазерного излучения с плазмой. Однако, данное преобразование сопровождается заметными потерями исходной энергии излучения. При этом потери энергии будут тем выше, чем выше кратность гармонического преобразования [2].

В данной работе рассматриваются возможности по зажиганию мишеней непрямого облучения при сферическом вводе лазерного излучения с длиной волны 0,53 мкм (вторая гармоника). Обсуждается общий подход к конструированию мишеней, позволяющий в полной мере раскрыть достоинства и нивелировать недостатки подобной конфигурации параметров лазерной системы. Согласно данным расчетного моделирования, при профилированном воздействии в сферической мишени с радиусом около 7 мм удастся полностью избежать перекрытия лазерных трасс плазмой вплоть до момента времени около 9,5 нс, что создает крайне благоприятные условия для зажигания. По предварительным данным сделан вывод о том, что лазерная система, обладающая энергией около 3 МДж и суммарной мощностью от 500 до 600 ТВт способна обеспечить зажигание криогенных капсул с радиусом около 1,7 мм в вышеуказанной конфигурации параметров лазерной установки и мишени. При этом нейтронный выход в таких мишенях согласно данным расчетного моделирования достигает значений порядка 10^{19} , что соответствует термоядерному энерговыделению на уровне 30 МДж.

Литература

1. **Kritcher, A. L.** Design of the first fusion experiment to achieve target gain $G > 1$ [Text] / A. L. Kritcher, A. B. Zylstra, et al. // Phys. Rev. E. – 2024. – Vol. 109. – P. 025204.
 2. **Kritcher, A. L.** Radiation driven Hohlraum using 2ω for ICF implosions at the NIF [Text] / A. L. Kritcher, H. Robey, et al. // Phys. of Plasmas. – 2020. – Vol. 27 – P. 082708.
-