Моделирование мишеней прямого облучения для мегаджоульных лазерных установок с учетом нелокального электронного теплопереноса, генерации быстрых электронов и вынужденного рассеяния лазерного излучения [[1]](#footnote-1)\*)

Лыков В.А., Карлыханов Н.Г., Рыкованов Г.Н., Химич И.А.

РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина, Снежинск, Россия, [v.a.lykov@vniitf.ru](mailto:v.a.lykov@vniitf.ru)

Представлен обзор расчетно-теоретических работ, выполненных в РФЯЦ-ВНИИТФ по численному моделированию мишеней прямого облучения. В одномерной программе радиационной газовой динамики ЭРА реализованы модели нелокального электронного теплопереноса и поглощения лазерного излучения (ЛИ) с учетом вынужденного Бриллюэновского рассеяния (ВРМБ), генерации быстрых электронов в процессах двухплазмонного распада (ДПР) и вынужденного Рамановского рассеяния (ВРР). Разработана математическая программа для проведения расчетов распространения и поглощения ЛИ в короне сферических мишеней с учетом передачи энергии при пересечении лазерных пучков (cross-beam energy transfer - CBET) для реальной геометрии облучения мишени на лазерных установках. Проведена верификация этих моделей и программ на основе сравнения с экспериментальными данными, полученными на лазерных установках OMEGA и NIF.

По программе ЭРА выполнены расчеты мишеней прямого облучения для мегаджоульных установок с длиной волны ЛИ λ = 0,53 мкм и λ = 0,35 мкм. В качестве целевой функции при оптимизации мишеней принят запас по термоядерному зажиганию для неоднородной мишени [1]. Эта величина вычисляется по профилям газодинамических величин без учета вклада продуктов термоядерных реакций в нагрев ДТ топлива и может быть представлена в виде:



где: *dQfus/dt* - скорость нагрева продуктами т.я. реакций «горячего пятна» - центральной области мишени с температурой *T* > 1 кэВ, *E* - внутренняя энергия этой области, *Q* - потери энергии за счет электронной теплопроводности и переноса излучения, *n* - показатель при аппроксимации скорости т.я. реакций степенной функцией температуры, - момент максимального сжатия мишени.

Показано, что ВРМБ и разогрев мишени быстрыми электронами, возникающими в процессах ДПР и ВРР, катастрофически снижают запасы по зажиганию мишеней с СН-аблятором в случае использования ЛИ с длиной волны λ = 0,53 мкм. Запасы WQ возрастают в ~ 2 раза при увеличении аспектного отношения CH-оболочки в ~1,6 раза или при переходе на аблятор из стекла. Однако во всех случаях WQ <1 для ЛИ с λ = 0,53 мкм. Запасы WQ возрастают в 2-3 раза при переходе со 2-ой на 3-ю гармонику излучения Nd-лазера.

Трехмерные расчеты распространения ЛИ в короне мишени прямого облучения с учетом СВЕТ показали, что этот процесс может снизить долю поглощенной лазерной энергии до 2-х раз в экспериментах на 48-лучевой установке с энергией ~ 2 МДж в излучении 2-ой гармоники Nd-лазера. Однако введение смещения длин волн в соседних лазерных пучках на Δλ =10 - 20 Å позволит уменьшить потери энергии ЛИ за счет СВЕТ до 10 - 20%.

Литература

1. Аврорин Е.Н., Феоктистов Л.П., Шибаршов Л.И., Физика плазмы **6** (5), 965-972, (1980).

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/It/en/CD-Lykov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)