

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В ЛАЗЕРНЫХ МИШЕНЯХ ПРЯМОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПО КОМПЛЕКСАМ ТИГР-3Т И ОМЕГА-3Т ^{*)}

Дембовский Д.В., Лыков В.А., Соколов Л.В., Химич Д.В., Шушлебин А.Н.

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», Снежинск, Россия,
dembovskiy.d.v@gmail.com

В экспериментах с однокаскадными мишенями, проведенными на установке NIF по схеме непрямого облучения, получен выход термоядерной энергии $E_{Тя} \approx 1,3$ МДж при энергии лазера $E_L \approx 1,9$ МДж [1]. Возможность термоядерного зажигания мишеней прямого облучения на мегаджоульных лазерных установках еще предстоит выяснить. Основными трудностями на этом пути являются развитие гидродинамических неустойчивостей [2] и вызванные ими процессы турбулентного перемешивания [3]. С использованием двумерных программных комплексов ТИГР-3Т и ОМЕГА-3Т [4] проведено изучение влияния этих процессов на сжатие и термоядерное горение одно- и двухкаскадных мишеней прямого облучения. Согласно проведенным расчетом однокаскадной мишени [5] длинноволновые возмущения с номерами гармоник $l \sim 4-12$ и амплитудой $A_l \sim 1\%$ в асимметрии поглощенной лазерной энергии не приводят к сильному снижению $E_{Тя}$ в этом случае. Для этой мишени чрезвычайно опасными оказываются коротковолновые возмущения: амплитуды $A_{60} \sim 0,1\%$ или возмущения, заданные в начальный момент времени на границе топлива и аблятора с амплитудой всего $\delta_{60} \sim 10^{-6}$ см, приводят к снижению $E_{Тя}$ в 2-3 раза. При сжатии двухкаскадных мишеней типа [6] происходит эффективное сглаживание возмущений в процессе их передачи от внешнего каскада на внутренний. В результате для возмущений в асимметрии поглощенной лазерной энергии опасными оказываются длинноволновые возмущения с $A_{12} \sim 1\%$, которые приводят к снижению $E_{Тя}$ в 2-3 раза. Для таких мишеней важно правильно описывать процессы развития неустойчивостей и перемешивания на границах внутреннего каскада, выполненного из материала с высоким Z . В докладе приведено сравнение результатов расчетов перемешивания с использованием полуэмпирической $k\varepsilon$ -модели турбулентного перемешивания [7], проведенных с целью изучения их влияния на сжатие и горение лазерных мишеней [5,6].

Литература

- [1]. A.L. Kritcher, A.V. Zylstra, D.A. Callahan, et al., Phys. Rev. E (2022) 106, 025201.
- [2]. R.S. Craxton, et al., Phys. Plasmas (2015) 22, 110501.
- [3]. В.А. Лыков, В.А. Мурашкина, В.Е. Неуважаев, Л.И. Шибаршов, В.Г. Яковлев, Влияние турбулентного перемешивания на сжатие оболочечных мишеней, Письма в ЖЭТФ т.30, в.6, 1979, стр. 339-342.
- [4]. А.Н. Шушлебин Л.В. Соколов, и др., «Двумерные расчеты сжатия и горения двухкаскадной мишени для ЛТС с непрямым воздействием по комплексам ТИГР-3Т и ОМЕГА-3Т», Труды V Забабахинские научные чтения 21-25 сентября 1998, Часть 1 (на русском языке), изд. РФЯЦ-ВНИИТФ, Снежинск, РФ, 1999г.
- [5]. Е.С. Бакуркина, Н.Г. Карлыханов, В.А. Лыков, Г.Н. Рыкованов, И.А. Химич, В.Е. Черняков, Ядерная физика и инжиниринг, 2019, том 10, №3, стр. 271-284.
- [6]. S.X. Hu, R. Epstein, W. Theobald, et al., Phys. Rev. E. (2019) 100, 063204
- [7]. М.И. Авраменко, О $k\varepsilon$ -модели турбулентности, изд. РФЯЦ-ВНИИТФ, Снежинск, РФ, 2005г.

^{*)} DOI – тезисы на английском