

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В ЛАЗЕРНЫХ МИШЕНЯХ ПРЯМОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПО КОМПЛЕКСАМ ТИГР-3Т И ОМЕГА-3Т <sup>\*)</sup>

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](mailto: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.

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)