

ЭФФЕКТ УДАРНО-ВОЛНОВОГО ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ МИШЕНЕЙ ЛТС НЕПРЯМОГО ОБЛУЧЕНИЯ^{*)}

Вергунова Г.А., Гуськов С.Ю.

*Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук,
vergunova@lebedev.ru*

Метод ударно-волнового зажигания был предложен для прямого облучения термоядерной мишени лазерным импульсом [1]. Его суть состоит в обеспечении более сильного разделения процессов сжатия и нагрева мишени по сравнению с традиционным искровым зажиганием за счёт использования лазерного импульса со значительным нарастанием мощности его конечной части. Начальная часть импульса имеет тот же плавный характер увеличения мощности со временем, как и в случае традиционного метода зажигания, и предназначена для низкоэнтропийного сжатия мишени при мощности около 100 ТВт за время около 20 нс. На заключительной части за несколько сотен пикосекунд мощность возрастает в 4-5 раз и сохраняется в течение 200-400 пс. Эта часть импульса предназначена для генерации зажигающей ударной волны с давлением 200-300 Мбар [1,2,3], которая обеспечивает высокую степень концентрации энергии в центральной области мишени.

В работе [4] на основании расчётно-теоретических исследований была впервые обоснована возможность эффективного применения метода ударно-волнового зажигания для мишени лазерного термоядерного синтеза (ЛТС) непрямого облучения импульсом лазерно-индуцированного рентгеновского излучения, в том числе, в экспериментах на действующей установке NIF Ливерморской лаборатории (США) и строящихся установках с энергией около 2 МДж.

Доклад посвящён дальнейшему исследованию физики ударно-волнового зажигания мишеней ЛТС непрямого облучения, в том числе, формирования лазерно-индуцированного рентгеновского импульса с короткой заключительной стадией многократного нарастания мощности с учётом динамики термодинамического состояния конвертора лазерного излучения в рентгеновское и согласования параметров термоядерной мишени с параметрами рентгено-образующего лазерного импульса для максимизации коэффициента термоядерного усиления. Исследования опираются на численные расчёты радиационной гидродинамики полного цикла процессов, включая взаимодействие лазерного импульса с конвертором и генерацию рентгеновского импульса для ударно-волнового зажигания, взаимодействие рентгеновского импульса с мишенью, сжатие и термоядерное горение мишени. Обоснован большой потенциал увеличения энергетической эффективности мишени непрямого сжатия за счёт применения метода ударно-волнового зажигания: при той же массе термоядерного горючего коэффициент усиления может быть увеличен на порядок и более по сравнению с рекордным на сегодняшний день коэффициентом усиления по отношению к лазерной энергии около 2, достигнутым при использовании традиционной схемы искрового зажигания мишени непрямого облучения в экспериментах на установке NIF.

Литература

- [1]. V.A. Shcherbakov, Sov. J. Plasma Phys. 9, 240 (1983).
- [2]. R. Betti, C.D. Zhou, K.S. Anderson et al., Phys. Rev. Lett. **98**, 155001 (2007).
- [3]. S.Yu Gus'kov et al Plasma Phys. Control. Fusion 64 (2022) 045011 (13pp)
- [4]. S.Yu. Gus'kov and G.A. Vergunova. Physical Review E. – 2024. – Vol. 109. – P. 065209. – DOI 10.1103/PhysRevE.109.065209.

^{*)} DOI – тезисы на английском