Быстрое центральное зажигание мишеней инерциального синтеза пучком ионов

\*С.Ю. Гуськов, \*\*Н.В. Змитренко, Д.В. Ильин,В.Е. Шерман

С.-Петербургский государственный политехнический университет, С.-Петербург,   
 Россия, sherman@VS8325.spb.edu  
\*Физический институт им П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия,   
 [guskov@sci.lebedev.ru](mailto:guskov@sci.lebedev.ru)  
\*\*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия,  
 [zmitrenko@imamod.ru](mailto:zmitrenko@imamod.ru)

Нагрев пучком высокоэнергетичных ионов внутренней области предварительно сжатой мишени инерциального термоядерного синтеза (ИТС) без использования направляющего канала представляется на сегодня наиболее перспективным методом быстрого зажигания.   
В работе представлены результаты комплексного численного моделирования всего цикла эволюции мишени ИТС при быстром зажигании ионным пучком. Гибридный расчет включал три составные части. На первой стадии по одномерной гидродинамической программе ДИАНА [1] рассчитывалось сжатие мишени. На второй стадии по одномерной кинетической программе БИН [2] моделировался нагрев ионным пучком неоднородной плазмы с распределением плотности и температуры, соответствующей моменту максимального сжатия мишени и определялось пространственное распределение температуры плазмы нагретой ионным пучком. На заключительной стадии по одномерной гидродинамической программе ТЕРА [3] моделировалось термоядерное горение мишени с распределением плотности, полученным на первой стадии расчетов и распределением температуры, полученным на второй стадии расчетов. Рассчитывался полный коэффициент усиления мишени, как отношение выделившейся энергии реакций синтеза к суммарной энергии лазерного импульса и ионного пучка. В качестве объектов исследования были выбраны базовый вариант мишени быстрого зажигания европейского проекта HiPER и некриогенная мишень с горючим в виде дейтерий-тритиевого гидрида бериллия (BeDT), сжимаемые соответственно лазерными импульсами с энергиями 130 кДж и 1,3 МДж. Рассматривались пучки легких, средних и тяжелых ионов: углерода, ванадия и золота.

Максимальные значения коэффициента усиления, полученные в расчетах, составили примерно 60 для мишени HiPER и 30 для BeDT-мишени. Как показали расчеты, если ионы в пучке обладают необходимой начальной энергией для создания брэгговского температурного пика в центре мишени, различия в типе ионов, имеют второстепенный характер. Установлены зависимости энергии зажигающего ионного пучка и коэффициента усиления от ширины гауссовского энергетического спектра ионов пучка. Обсуждается влияние на зажигание пространственного распределения температуры и плотности предварительно сжатой мишени.Образование относительно горячей и малоплотной области в центре сжатой мишени с температурой несколько кэВ (что является естественным результатом сферической имплозии), снижает энергию зажигающего ионного пучка и ослабляет требование к допустимой ширине энергетического спектра ионов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-02-00430-а.

Литература

1. Змитренко Н.В., Карпов В.Я., Фадеев А.П. и др., ВАНТ, cер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1982, **2**, 38.
2. Gasparyan O. R., Gus’kov S. Yu., Il’in D. V. et al., J. Russian Laser Research, 2013, **34**, 33.
3. Gus'kov S.Yu., Il'in D.V., Levkovsky A.A. et al., Laser and Particle Beams, 1998, **16**, 129.