плоские волны термоядерного горения твердой DT смеси
сжатой в 100 раз и меньше

А.А. Чарахчьян, \*К.В. Хищенко

ВЦ РАН, Москва, РФ, chara@ccas.ru
\*ОИВТ РАН, Москва, РФ, konst@ihed.ras.ru

Современная концепция инерциального управляемого синтеза предполагает изначальное сжатие мишеней из смеси дейтерия и трития (DT) до плотности *ρ*0 ≈ 103*ρs*, где *ρs* — нормальная плотность твердого горючего. В докладе обсуждается возможность получения высокого коэффициента усиления с помощью быстрого поджига показанной на рисунке мишени для *ρ*0 ≤ 100*ρs*.



Впервые такая цилиндрическая мишень была предложена в [1]. Плоские одномерные сходящиеся волны термоядерного горения изучались ранее в работах [2, 3] для *ρ*0 = *ρs* и 5*ρs*.

Пучки протонов энергией 1 МэВ интенсивностью *J* = 1019 Вт/см2 и длительностью *τ* = 50 пс генерируют две симметрично сходящиеся волны термоядерного горения. Тяжелая оболочка предполагается сильно замагниченной, что позволяет пренебречь ее движением и потоком тепла в нее. Для приближенного нахождения энергии зажигания *E*ig предлагается решать одномерную задачу с дополнительным учетом вылета α-частиц за пределы цилиндра радиуса *R*. Если возникает волна термоядерного горения, то *E*ig = *πR*2*Jτ*. Постановка задачи включает в себя широкодиапазонное уравнение состояния водорода, электронную и ионную теплопроводность, собственное излучение плазмы, кинетику DT реакции и перенос α-частиц в рамках стационарного уравнения Фоккера–Планка. Основной вклад в коэффициенты выгорания топлива *B* и усиления *G* дает стадия разлета после отражения детонационной волны от плоскости симметрии. Некоторые результаты приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ρ*0/*ρs* | *R*, мм  | *E*ig, МДж | *H*1, мм | *B*1 | *G*1 | *M*1, мг | *H*2, мм | *B*2 | *G*2 | *M*2, мг |
| 5 | 2 | 62 | 10 | 0.34 | 207 | 275 | 50 | 0.71 | 2150 | 1400 |
| 100 | 0.1 | 0.16 | 0.5 | 0.34 | 204 | 0.7 | 2.5 | 0.71 | 2200 | 3.4 |

Здесь параметр *R* близок к своему минимальному значению, при котором происходит зажигание. Приведены результаты для двух значения *H*, отвечающих параметру *Hρ*0 ≈ 1 (*H*1) и 5 г/см2 (*H*2). Видно, что этот параметр определяет коэффициенты *B* и *G*, как и в известных приближенных формулах [4] для разлета топлива в сферической геометрии. Имеет место известная зависимость *E*ig ~ *ρ*0*−*2. Приведены значения массы топлива *M* = 2*πR*2*Hρ*0.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 11-08-01225 и 12-01-00130) и РАН (программы № 3 ОМН и № 2П Президиума РАН).

Литература

1. Пашинин П.П., Прохоров А.М. ЖЭТФ, 1972, т. 62, вып. 1, с. 189.
2. Хищенко К.В., Чарахчьян А.А. ВАНТ. Сер. Математическое моделирование физических процессов, 2013, вып. 3, с. 30.
3. Charakhch'yan A.A., Khishchenko K.V. Plasma Phys. Control. Fusion, 2013, vol. 55, p. 105011.
4. Баско М.М. Физические основы инерциального термоядерного синтеза. М.: МИФИ, 2009.