ЛАЗЕРНОЕ ускорение ЭЛЕКТРОНОВ и ионоВ, генерация нейтронов из ИННОВАЦИОННЫХ мишенЕй типа "нанофорест"

Бочкарев С.Г., Брантов А.В., Кудряшов С.И., Ковалев В.Ф. 1, Быченков В.Ю., Ионин А.А.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, РФ, bochkar@sci.lebedev.ru
1Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАH: vfkvvfkv@gmail.com

Большинство современных исследований по генерации высокоэнергетичных электронов и ионов релятивистски интенсивными лазерными импульсами проводится либо для разреженной плазмы, либо для плоских мишеней твердотельной плотности. Вместе с тем, использование инновационных микро/нано-размерных мишеней (низкоплотных высокооднородных наноструктурированных пленок, мишеней типа "nano-forest" с контролируемым упорядочением, микропроволок профилированного сечения и др.), получение которых стало возможно благодаря новым технологиям, позволит поднять, как конверсию в ускоренные частицы и улучшить их характеристики, так и добиться более эффективного выхода вторичных электромагнитного излучения различного диапазона длин волн и радиоактивных продуктов, в том числе для целей создания нейтронного источника высокой яркости [1]. Это имеет высокую значимость для радиационных приложений с использованием мощных лазеров. Отметим, что мишени такого типа были недавно получены в ФИАН [2].

В данной работе с помощью численного 3D моделирования и упрощенной аналитической модели исследовано воздействие ультракороткого релятивистски интенсивного лазерного импульса при его нормальном падении на мишень с покрытием, состоящим из обогащенных дейтерием и тритием нанонитей. Предполагается, что расстояние между нанонитями меньше длины волны, их диаметр равен примерно половине длины волны, а длина волосков составляет примерно две длины волны. В такой мишени происходит эффективное объемное поглощение лазерной энергии. В процессе взаимодействия электроны быстро нагреваются в формирующейся стоячей ЭМ волне, как в направлении вдоль распространению лазерного излучения, так и в поперечном направлении. Отметим, что характер нагрева электронов близок к стохастическому. Эффективное поглощение лазерной энергии, в конечном счете, ведет к генерации ускоренных ионов, дейтронов и тритонов. Для определения спектральных характеристик использована модель адиабатического разлета плазмы [3], а также спектры из PIC моделирования. Выход нейтронов в реакции D-T был рассчитан с использованием интеграла перекрытия. Наши расчеты подтверждают, что для эффективной реакции сверхвысокие интенсивности лазерного излучения не требуются, так как максимальная скорость реакции соответствует значению температуры (средней энергии) дейтронов порядка 100 кэВ, что отвечает интенсивностями порядка 1018 Вт/см2. Результаты демонстрируют, что для лазерного импульса мощность 1 ПВт выход нейтронов может достичь уровня 108-109 на 1 Дж лазерной энергии.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 15-02-03042, [16-02-00088](https://kias.rfbr.ru/), 18-02-00452).

Литература.

1. Быченков В.Ю., Тихончук В.Т., Толоконников В.С., ЖЭТФ 115 2080 (1999).
2. Ионин A.A., Кудряшов С.И., Левченко А.О. и др., Письма в ЖЭТФ, 106 247 (2017).
3. Ковалев В.Ф., Бочкарев С.Г., Быченков В.Ю., Квантовая Электроника, 47 1023 (2017).