

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО УСКОРЕНИЯ ИОНОВ ИЗ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ СТРУКТУРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ^{*)}

¹Гожев Д.А., ^{1,2}Бочкарев С.Г., ^{1,2}Лобок М.Г., ^{1,2}Брантов А.В., ^{1,2}Быченков В.Ю.

¹Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН, Москва, Россия,
bochkarevsg@lebedev.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, РОСАТОМ, Москва, Россия

Взаимодействие мощного ультракороткого лазерного излучения со структурированными мишенями представляет большой интерес как с точки зрения повышения средней энергии заряженных частиц, так и общего заряда лазерно-нагреваемых частиц по сравнению с традиционными плоскими твердотельными мишенями для возможного применения в ядерной физике, физике экстремального состояния вещества, радиографии. Одним из видов структурированных сред являются крупные суб-микро размерные кластерные и/или капельные мишени. Интерес к кластерной среде вызван тем, что с одной стороны, она прозрачна для лазерного излучения, а с другой стороны твердотельная плотность кластеров обеспечивает практически полное поглощение лазерной энергии и большое число лазерно-нагреваемых частиц. С особенностями кластерных мишеней связана и сложность моделирования больших объемов лазерно-кластерного взаимодействия, в том числе и для случая мощных ПВТ лазерных систем (например, проект XCELS [1]). Для выполнения моделирования требуется как высокое пространственное разрешение в связи с твердотельной плотностью кластеров, так и большая область моделирования.

Целью данной работы является оптимизация характеристик лазерно-плазменного взаимодействия на основе численного моделирования методом «частица-в-ячейке» для получения максимального числа энергетичных лазерно-ускоренных дейтронов и DD нейтронов из больших объемов кластерной среды. Проведено обобщение результатов, полученных в [2] для умеренно-релятивистской интенсивности лазера, облучающего среду из суб-микронных D₂O кластеров, на случай высоких интенсивностей (вплоть до 5×10^{19} Вт/см²). Предложен алгоритм расчета основан на разделении области взаимодействия лазерного излучения с плазмой на последовательные зоны с уменьшающейся интенсивностью на длине истощения излучения. Подход адаптирован для произвольного значения амплитуды лазера из диапазона рассматриваемых интенсивностей, что позволяет существенно снизить количество расчетов, необходимых для восстановления полного спектра дейтронов по всей области лазерно-плазменного взаимодействия, по сравнению с прямым численным моделированием для полной области взаимодействия. С применением алгоритма показано, что выход нейтронов превосходит 10^7 шт. на Дж лазерной энергии.

Работа выполнена при поддержке Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019-2027 годы от 29.09.2021 № 2021-951-ФП5-3, соглашение №075-15-2021-1361 от 07.10.2021г. с Минобрнауки России.

Литература

- [1]. Хазанов Е.А., Шайкин А.А., Костюков И.Ю. Квантовая электроника, 53 (2), 95–122 (2023).
- [2]. Д. А. Гожев, С. Г. Бочкарев, М. Г. Лобок, А. В. Брантов, В. Ю. Быченков, 53(3), 217-223 (2023).

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)