радиальный адиабатический разлет лазерно-нагретой цилиндрической мишени

1,2,3Ковалев В.Ф., 2,3Бочкарев С.Г., 2,3Быченков В.Ю.

1Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва, Россия
2Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия,
 bochkar@sci.lebedev.ru
3Центр фундаментальных и прикладных исследований, ВНИИА, г. Москва, Россия

В настоящее время генерация ионов в плазме, созданной мощным импульсом лазерного излучения, представляет интерес для таких приложений, как создание компактных источников радиации с рекордными плотностями потоков вторичных частиц на основе лазерно-инициированных ядерных превращений, радиационная медицина и ядерная фармакология, радиография, быстрый поджиг для лазерного термоядерного синтеза и др.

Среди всевозможных лазерных схем ускорения частиц отметим схемы, отвечающие разлету плазменных образований цилиндрического типа. Естественной реализацией такой схемы является радиальный разлет нагретого лазерно-плазменного канала, возникающего в каустике сфокусированного лазерного пучка или при его самофокусировке, и разлет цилиндрических нанотрубок, облучаемых лазерным излучением.

В данном докладе проведен анализ аналитического решения кинетических уравнений для функций распределений электронов и ионов плазмы в модели адиабатического разлета цилиндрической плазмы [1, 2]. На основе группы симметрий специального вида, построены инвариантно-групповые аналитические решения исходной начальной задачи для кинетических уравнений частиц плазмы. В частности, детально проанализирован случай плазмы с начальными максвелловскими функциями распределения частиц по скоростям. Изучена типичная для эксперимента ситуация, когда имеется тяжелая (доминирующая) ионная компонента, и, кроме того, примесная легкая компонента, а функция распределения электронов, кроме основной компоненты, имеет горячую компоненту, наличием которой определяется максимальная энергия разлетающихся примесных ионов. Получены интегральные характеристики ускорения ионов, в том числе распределение плотностей и потоков частиц, а также их энергетические спектры. Особенностью кривых, задающих спектры легких примесных ионов, является то, что они близки к кусочно-линейному виду и характеризуются наличием нескольких наклонов, что отвечает доминированию той или иной группы частиц. Развитая модель была использована для интерпретации спектрального распределения высокозарядных ионов кислорода, ускоренных из цилиндрической микроплазмы, а именно кластерного газа, в условиях низкого контраста лазерного излучения, когда кластеры практически полностью разрушены до прихода основного импульса [3].

Работа была выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 18-02-00452).

Литература

1. Kovalev V.F., Bychenkov V.Yu., Phys. Rev. Lett., 2003, 90 185004.
2. Ковалев В.Ф., С.Г. Бочкарев, В.Ю. Быченков, Квантовая электроника, 2017, том 47, с. 1023.
3. Bochkarev S.G., Faenov A., Pikuz T. et al., Scientific Reports, 2018, 8, 9404 (2018).