УСКОРЕНИЕ И НАГРЕВ Электронов в области перекрытия интенсивных пикосекундных лазерных импульсов

1,2Бочкарев С.Г., 3Д'Мьер Э., 3,4Тихончук В.Т., 5,1Корнеев Ф.А., 1,2Быченков В.Ю.

1Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия,
 bochkar@sci.lebedev.ru
2Центр фундаментальных и прикладных исследований, ВНИИА, г. Москва, Россия
3Центр применения интенсивных лазеров, Университета Бордо, НЦНИ, Франция
4 *Инфраструктуры экстремального* света, Институт физики, г. Прага, Чехии
5Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва, Россия

Типичной ситуацией в эксперименте по взаимодействию мощного короткого лазерного излучения с плазмой является случай, когда падающие и отраженные пучки излучения перекрываются. Механизмы поглощение лазерной энергии и нагрева электронов перекрывающимися лазерными пучками вблизи резкой границы плазма-вакуум при облучении релятивистски сильными потоками лазерного излучения остаются до сих пор не идентифицированными. Эффективность поглощения лазерной энергии и нагрева электронов определяется параметрами лазерного излучения и мишени. Высокий контраст, а также резкая граница плазма-вакуум создают уникальные условия для развития стохастической неустойчивости в сложных полях (см., например, [1 – 5]), являющихся комбинацией падающего и отраженного импульсов, а также квазистацинарных полей, индуцируемых вблизи границы плазма-вакуум [5]. Недавние эксперименты свидетельствуют о формировании горячей компоненты в энергетическом спектре электронов с температурой, в несколько раз превосходящей их пондеромоторную энергию, что наблюдалось при облучении поверхности мишени несколькими лазерными пучками [1], а также одним пучком, когда падающие и отраженные волны перекрываются при облучении плоских [4] или же искривленных поверхностей мишени [5].

В данном докладе рассматривается ускорение и нагрев электронов в сложных ЭМ полях, возникающих в результате интерференции нескольких перекрывающихся релятивистски сильных пучков пикосекундного лазерного излучения вблизи резкой границы плазма-вакуум. Для исследования нагрева и ускорения электронов был применен метод тестовых частиц, позволяющий описать траектории в заданных ЭМ полях, а также квазилинейная теория, позволяющая предсказывать эволюцию функции распределения частиц по импульсам в процессе стохастической диффузии для частного, но важного случая динамики в двух встречных ЭМ волнах. Показано, что процесс набора энергии происходит в два этапа: первичный процесс медленного стохастического нагрева и следующий за ним быстрый этап регулярного ускорения при резонансном взаимодействии частицы с одной из волн рассматриваемого волнового пакета. Спектры ускоренных электронов хорошо описываются экспоненциальным распределением с температурой, в несколько раз превосходящей пондеромоторную энергию, и качественно согласуются с результатами экспериментов [1].

 Работа была выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 18-02-00452, 19-02-00331, 17-02-00366).

Литература

1. Yogo A., et al. Sci. Rep. 2017, 7, 42451. Iwata N., et al. 2017, Phys. Plasmas 24 073111.
2. Sheng Z-M, Mima K., Zhang J, Meyer-ter-Vehn, J. Phys. Rev. E 2004, 69 016407.
3. Mikhailov Y.A., Nikitina L.A., Sklizkov G.V. et al., Laser Part. Beams 2008, 26 525.
4. Chopineau L., Leblanc A., Blaclardet G. et al., arXiv:1809.03903v1.
5. Korneev Ph., Abe Y., Law K.-F.-F. et al., arXiv:1711.00971.