

ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ *)

¹Сивко А.И., ^{1,2}Иванов К.А., ²Кологривов А.А., ^{1,3}Цымбалов И.Н.,
²Болховитинов Е.А., ²Рупасов А.А., ¹Волков Р.В., ^{1,2}Савельев-Трофимов А.Б.

¹Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия

³Институт ядерных исследований РАН, Москва, Россия

Точное измерение и оценка ключевых свойств плазмы (механизмов поглощения энергии, процессов теплопередачи, расширения плазмы и других явлений) имеет большое значение при изучении взаимодействия лазерного импульса и плазмы. В данной работе экспериментально изучены спектры рентгеновской плазмы в диапазоне от сотен эВ до сотен кэВ с использованием широкодиапазонной диагностики в зависимости от параметров лазерного излучения (интенсивность, контрастность и т.д.).

В наших экспериментах импульс длительностью 50 фс от системы TiSa фокусируется до интенсивности 10^{16} - 10^{18} Вт/см² на поверхность молибденовой мишени. Контраст импульса по пикосекундному пьедесталу варьировался и составлял 5×10^7 и 10^9 . Данный параметр определяет длину преплазменного слоя к моменту прихода пика импульса и определяет главным образом поглощение излучения, а также эффективность генерации горячих электронов.

Исследуя температуру горячих электронов при умеренном контрасте (5×10^7) наиболее энергичной компоненты плазмы, было обнаружено, что с ростом интенсивности лазера от $\sim 2 \times 10^{16}$ до 3×10^{18} Вт/см² измеряемое значение увеличивается с ~ 30 кэВ до более чем 200 кэВ и может быть связано с резонансным поглощением. Однако при большей интенсивности наблюдается переход к пондеромоторному ускорению. Тем не менее длинная преплазма препятствует эффективной передаче энергии к электронам в плотной области. Этот эффект оказывается подавлен для импульса с высоким контрастом (10^9). Так температура горячих электронов значительно возрастает в области релятивистской интенсивности воздействия и достигает 300 кэВ.

При этом в области низких энергий (тепловая компонента электронного спектра) зависимость от интенсивности не столь значительная. Температуры находятся на уровне сотни эВ и, по всей видимости, определяется обратнотормозным поглощением и нагревом обратными токами. Также отмечено возрастание температуры при более высоком контрасте, что может быть связано с более плотной плазмой вблизи границы мишени.

Помимо электронных компонент плазмы экспериментально исследована эффективность генерации К-альфа излучения. Показана связь потока квантов с температурой горячих электронов. Максимальный поток линейчатых квантов достигает 4×10^9 фотонов за выстрел.

Данная работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ №22-79-10087 с использованием оборудования, приобретенного в рамках национального проекта “Наука и университеты”.

*) [DOI – тезисы на английском](#)