Временная зависимость спектральной прозрачности плазмы, созданной при радиационной абляции тонких фольг индия под воздействием импульса рентгеновской эмиссии Z-пинча

1Александров В.В., 1Грабовский Е.В., 1Грицук А.Н., 1Митрофанов К.Н., 1Олейник Г.М., 2Баско М.М., 2Сасоров П.В., 3Шевелько А.П.

1Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, Москва, Россия,  
 [griar@triniti.ru](mailto:griar@triniti.ru)  
2Институт Прикладной Математики имени М.В. Келдыша, Москва, Россия,  
 [pavel.sasorov@gmail.com](mailto:pavel.sasorov@gmail.com)  
3«Физический институт имени П.Н. Лебедева Российской Академии Наук», Москва,  
 Россия, [apshev51@gmail.com](mailto:apshev51@gmail.com)

Проведено измерение пропускания плазмы, полученной при облучении тонкой пленки In мощным потоком рентгеновской эмиссии (МРИ), генерируемой вольфрамовым Z-пинчом на установке Ангара-5-1 [1]. Оригинальная схема облучения мишени обеспечивала пространственное распределение энергии облучения, близкое к одномерному с точностью не хуже 10 % при плотности потока мощности до 0.5 ТВт/см2 как на фронтальной, так и тыльной сторонах мишени. Фотографии изображений спектра рентгеновской эмиссии   
Z-пинча и спектра пропускания плазмы получены с помощью спектрографа скользящего падения одновременно, в кадровом режиме с временем экспозиции кадра 1 нс. Это позволило определить мгновенный коэффициент пропускания облученных майларовых   
(0,5 мкм) мишеней со слоем металлизации In (0,11 мкм). Его величина и спектральная зависимость существенно отличается от коэффициента пропускания «холодной», не облучаемой фольги, и резко меняется за время импульса МРИ. Наблюдается индуцированное облучением мощного Z-пинча увеличение коэффициента пропускания рентгеновского излучения плазмой при λ ≥ 50 – 70 Å. После пика импульса МРИ (*t* ≥ 10 нс) регистрируется интенсивное собственное излучение плазмы, созданной при радиационной абляции материала мишени. В этот период времени собственное излучение этой плазмы превышает излучение Z-пинча. Сравнение излучения зарегистрированного в это время за мишенями со слоем металлизации и без него позволяет определить полосы излучения плазмы индия, которые по расчетам соответствуют переходам в ионах индия от In V до In XIII, и серии линий излучения ионов углерода, кислорода от C III, O III до C IV, O VI в диапазоне длин волн больше 120 Å. Численное моделирование нагрева и расширения комбинированной индиево-майларовой мишени, облучаемой мощным излучением Z-пинча, было выполнено с помощью двумерного радиационного газодинамического кода RALEF2D [2]. Полученные в экспериментах значения мгновенных коэффициентов пропускания, их изменение со временем, индуцированное облучением увеличение коэффициента пропускания рентгеновского излучения плазмой нашли подтверждение в этих расчетах. На основе их сопоставления получены данные для верификации использованных расчетных кодов переноса энергии в нагретом веществе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 18-02-00170).

Литература

1. E.V. Grabovski, P.V. Sasorov, A.P. Shevelko, V.V. Aleksandrov, S.N. Andreev, M.M. Basko, A.V. Branitski, A.N. Gritsuk, G.S. Volkov, Ya.N. Laukhin, K.N. Mitrofanov, G.M. Oleinik, A.A. Samokhin, V.P. Smirnov, I.Yu. Tolstikhina, I.N. Frolov, O.F. Yakushev, Matter and Radiation at Extremes. 2017. V. 2 P. 129 – 138.
2. M.M. Basko, J. Maruhn, and A. Tauschwitz, J. Comput. Phys. 2009. V. 228. P. 2175.