Исследование непрозрачности плазмы золота, создаваемой и облучаемой мощным рентгеновским излучением Z-пинча на установке Ангара-5-1 [[1]](#footnote-1)\*)

1Александров В.В., 1Браницкий А.В., 1Грабовский Е.В., 1Грицук А.Н., 1Лаухин Я.Н., 1Митрофанов К.Н., 1Олейник Г.М., 1Фролов И.Н., 2Баско М.М., 2Сасоров П.В.

1АО ГНЦ РФ “Троицкий 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)

Для веществ с высоким атомным номером, которые входят в состав конструкционных материалов элементов ядерной энергетики нового поколения, требуется надежная информация об уравнениях состояния и спектральной прозрачности в широком диапазоне температур и плотностей. Было проведено экспериментальное исследование и численное моделирование с помощью РГД-кода RALEF2D [1] разлета и спектрального пропускания слоя плазмы Au, созданного при радиационной абляции мишеней мощным потоком мягкого рентгеновского излучения (МРИ), генерируемого излучающим Z-пинчом, который формируется при имплозии многопроволочных сборок током до 4 МА и временем нарастания до 100 нс. Для облучения использовались многослойные мишени со слоем золота толщиной 0.05-0.1 мкм. Численное моделирование показывает, что составная фольга сильно нагревается под действием падающего на нее излучения, ионизуется и быстро расширяется. Слои мишени, обращенные к пинчу, нагревается до температур 35-40 eV к моменту максимума греющего излучения, плотность слоя плазмы золота находится в пределах 1-10 мг/см3. Для получения данных о временной динамике пространственного и спектрального распределения рентгеновского излучения Z-пинча и излучения, прошедшего через исследуемую мишень со слоем плазмы золота, в экспериментах использовался дифракционный спектрограф скользящего падения с пространственным и временным разрешением. Для определения непрозрачности плазмы мишени в одном выстреле одновременно определялось три спектра излучения: 1) Z-пинча, 2) спектр, регистрируемый за мишенью, 3) и спектр собственного излучения плазмы мишени. Была получена временная зависимость коэффициента пропускания мишеней со слоем плазмы Au, её вид существенно отличается спектральной зависимости для «холодной», не облучаемой мишени, а его величина меняется в несколько раз за время воздействия импульса рентгеновского излучения. Анализ результатов показывает, что за 15-20 нс до максимума МРИ коэффициент пропускания мишени соответствует её "холодному" состоянию, а индуцированное излучением пинча увеличение пропускания (в области λ≥50 Å) начинается за ~(9 – 10) нс до максимума импульса МРИ. За 5-6 нс до пика импульса МРИ появляется интенсивное собственное излучение плазмы мишени, его длительность составляет 15-20 нс. Из рисунка видно, что наблюдается хорошее согласие между экспериментальными данными и расчетом спектрального коэффициента пропускания по коду RALEF2D в диапазоне длин волн 40-150 Å. Однако сильное поглощение в области 160-190 Å, получаемое в расчетах, не подтверждается экспериментально.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 18-02-00170 и № 18-29-21005).

Литература

1. M.M. Basko, J. Maruhn, and A. Tauschwitz, J. Comput. Phys. **228**, 2175 (2009).

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/It/en/CX-Alexandrov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)