

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ, СОЗДАННОЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Z-ПИНЧА <sup>\*)</sup>

<sup>2</sup>Грицук А.Н., <sup>2</sup>Александров В.В., <sup>2</sup>Браницкий А.В., <sup>2</sup>Грабовский Е.В.,  
<sup>2</sup>Митрофанов К.Н., <sup>2</sup>Олейник Г.М., <sup>2</sup>Фролов И.Н., <sup>1</sup>Баско М.М., <sup>2</sup>Рыжаков В.В.

<sup>1</sup>ИПМ имени М.В.Келдыша, Москва, Россия

<sup>2</sup>АО ГНЦ РФ “ТРИНИТИ”, Москва, Россия

Двумя основными инструментами для облучения мишеней интенсивными потоками рентгеновского излучения, которые объемно нагревают материалы до значительных температур для измерения их непрозрачности, являются мощные лазеры и Z-пинчи [1, 2]. Токовая имплозия в генераторах сверхвысокой электрической мощности позволяет получать высокотемпературную плотную плазму Z-пинчей, которая является источником мощного теплового излучения и широко применяется в экспериментах по физике высокой плотности энергии [3]. Эти эксперименты требуют создания макроскопических количеств вещества, которое однородно нагрето до экстремальных условий. На установке сверхвысокой электрической мощности Ангара-5-1 поток рентгеновского излучения с энергией до 150 кДж позволяет этого достичь. Была выполнена серия работ по исследованию спектрального коэффициента пропускания плазмы разных веществ в диапазоне экстремального вакуумного ультрафиолета. При выполнении этих работ была разработана оригинальная схема одновременного облучения мощным потоком рентгеновских фотонов Z-пинча двух образцов тонкой мишени из исследуемого вещества, которая обеспечивает равномерное пространственное распределение энергии облучения при плотности на мишени до 10 кДж/см<sup>2</sup>. Одновременно в одном выстреле установки на одном спектрографе были получены изображения спектра рентгеновской эмиссии вольфрамового Z-пинча, спектра прошедшего плазму мишени излучения и собственного излучения плазмы мишени в кадровом режиме со временем экспозиции кадра 1.5 нс. Разработанная схема позволяет получить экспериментальные данные о скорости движения плазмы на облучаемой и тыльной сторонах мишени, которая достигала 100 км/с. Были исследованы мишени из тонких фольг Al и слоев Ni, Sn, In, Au, Bi и Gd на майларовой пленке [4-8]. Наблюдалось индуцированное облучением многократное увеличение коэффициента пропускания мишени в ВУФ-диапазоне по сравнению с пропусканием мишени в твердом состоянии. С помощью двумерного радиационного газодинамического кода RALEF2D было выполнено численное моделирование нагрева и расширения мишени, получены данные о спектральном коэффициенте пропускания плазмы мишени и о спектре ее собственного излучения. Проведено сравнение выполненных расчетов с экспериментом.

### Литература

- [1]. Remington B.A., Drake R.P., Ryutov D.D., Rev.Mod.Phys. 87, 755 (2006).
- [2]. Фортгов В.Е., УФН, 179, 653 (2009).
- [3]. Sinars D.V. et al., Phys. Plasmas 27, 070501 (2020).
- [4]. Е.В. Грабовский, и др., Письма в ЖЭТФ. 2016. Т. 103. № 5. С. 394-401.
- [5]. Grabovski E.V., et al., Matter and Radiation at Extremes. 2017. V. 2. № 3. P. 129–138.
- [6]. Митрофанов К.Н., и др., Физика плазмы. 2017. Т. 43. № 4. С. 367–382.
- [7]. В. В. Александров, и др., Физика плазмы. 2021. Т. 47. № 7. С. 613–650.
- [8]. В. В. Александров, и др., Физика плазмы. 2022. Т. 48. № 9. С. 847–870.

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)