Динамика разлета плазмы при РАДИАЦИОННОМ НАГРЕВЕ ТОНКИХ AL‑ФОЛЬГ ИНТЕНСИВНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ Z-пинча

В.В. Александров1, М.М. Баско2, А.В. Браницкий1, Е.В. Грабовский1, А.Н. Грицук1, Я.Н. Лаухин1, К.Н. Митрофанов1, В.Г. Новиков2, Г.М. Олейник1, А.А. Самохин1, П.В. Сасоров2, И.Н. Фролов1

1Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, Троицк,
 Москвская область, Россия, frolov@triniti.ru
2Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва, Россия

Приведены результаты изучения пространственных распределений плазмы и ее собственного излучения, которые формируются при нагревании тонких Al-фольг потоками W-плазмы и мягкого рентгеновского излучения (МРИ) вольфрамовых Z-пинчей с током 2,5–4 МА с фронтом нарастания 90–100 нс на установке Ангара-5-1.

Пространственное распределение Al-плазмы вблизи облучаемой и тыльной поверхностей нагреваемых фольг регистрировалось 3-х кадровым лазерным теневым фотографированием вдоль поверхности фольги с экспозицией 0,1 нс и разрешением 50–100 мкм. Собственное МР свечение плазмы регистрировалось 10-ти кадровым рентгеновским регистратором СХР6. Время экспозиции кадров изменялось от 1,5 до 5 нс. Мощность МРИ Z-пинча измерялась набором фильтрованных вакуумных рентгеновских диодов.

При облучении образцов плоских Al-фольг толщиной 6–35 мкм потоком МРИ, эмитируемым с анодного торца Z-пинча, показано, что скорость разлета плазмы при флюэнсе МРИ 2–5 кДж/см2 по данным лазерного зондирования на облучаемой стороне фольг достигала 70 км/с, а на тыльной стороне фольг — 27 км/с для 12 мкм фольги. Для 40 мкм Та и 110 мкм Al фольг скорость на тыльной стороне оказалась меньше ошибок измерения. Показано, что разлет плазмы на фронтальной и тыльной поверхностях тонких фольг-мишеней в пределах площади 0,3 х 1,0 см2 имеет плоский (одномерный) фронт. Температура плазмы в предположении чернотельного излучения в моменты выхода ударной волны на тыльную сторону фольги достигала 2–5 эВ (по измерениям полупроводникового датчика ФДУК-1УВСКМ).

При облучении тонких Al-фольг толщиной 0,75 мкм потоком МРИ, эмитируемым с боковой поверхности Z-пинча, показано, что скорости разлета вещества на фронтальной и тыльной поверхностях Al-фольги, полученные методом теневого лазерного фотографирования, достигали *Vфронт* = (90–100  8) км/с и *Vтыльн* = (40–60  8) км/с через 10–30 нс после максимума МРИ. Полученные величины в пределах достигнутой точности измерений совпадают со значениями соответствующих скоростей, которые зарегистрированы методом кадрового рентгеновского фотографирования: *Vфронт* = (90  10) км/с и *Vтыльн* = (60  10) км/с.

Приведены оценки влияния магнитного поля Z-пинча на динамику разлета нагреваемой фольги. В частности, скорость разлета плазмы на облучаемой поверхности Al-фольги сбоку от Z-пинча до максимума МРИ как правило меньше скорости плазмы тыльной поверхности в 1,5–3 раза в зависимости от вложенной энергии.

Данные о скорости разлета плазмы, полученные в опытах на установке Ангара-5-1 при нагреве Al-фольг излучением вольфрамового Z-пинча, сравниваются с характеристиками плазмы, которые получены при РГД моделировании нагрева Al-фольг потоком излучения Z-пинча с использованием модельных профилей импульса мощности и спектра излучения.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке в рамках работ по государственному контракту от 16.05.2013 № H.4X.44.90.13.1108 с Росатомом и по грантам Российского фонда фундаментальных исследований 13-02-00482 и 14-02-00438.