ДВУХЦВЕТНЫЙ ИНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛОТНОЙ СЛАБОИОНИЗОВАННОЙ МИШЕННОЙ ПЛАЗМЫ [[1]](#footnote-1)\*)

1Данилов В.В., 1Сковородин Д.И., 1Попов С.С., 1Бурдаков А.В., 1Трунев Ю.А., 1Куркучеков В.В., 1Аникеев М.А., 1Атлуханов М.Г., 2Колесников П.А., 2Политов В.Ю.

1ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск, пр. академика М.А. Лаврентьева , [inp@inp.nsk.su](mailto:inp@inp.nsk.su)  
2РФЯЦ-ВНИИТФ, Челябинская область, г. Снежинск, [vniitf@vniitf.ru](mailto:vniitf@vniitf.ru)

Основа метода теневой радиографии – конверсия сильносжатого электронного пучка (с током в несколько килоампер) в жёсткое рентгеновское излучение на мишени из материала с большой атомной массой (тантал) [1, 2]. Размер фокусного пятна пучка на мишени определяет пространственное разрешение радиографического комплекса, и для его улучшения необходимо обеспечение хорошей фокусировки пучка. В этом случае создаётся значительная плотность энерговыделения в мишени, что приводит к её частичному испарению и ионизации. Образованная мишенная плазма может губительным образом влиять на фокусировку пучка через такие механизмы, как зарядовая и токовая нейтрализация пучка; взаимодействие пучка и обратного тока, текущего по плазме; различные коллективные неустойчивости в плазменном облаке. Кроме того, в случае многоимпульсного режима работы радиографического комплекса, электронные пучки второго и последующего импульсов влетают в уже готовое газоплазменное облако, что значительно усложняет проблему их фокусировки. В целях исследования взаимодействия «пучок – плазма» представляет интерес определение параметров мишенной плазмы – плотностей нейтральной и электронной компоненты – и их динамики на временах, соответствующих промежутку между импульсами (десятки – сотни микросекунд).

Для решения этой задачи разработана диагностика параметров мишенной плазмы на установке ЛИУ на основе двухцветного интерферометра. Использование зондирующего излучения двух частот необходимо для независимого измерения линейных плотностей нейтральной и электронной компонент плазмы. Для уменьшения ошибки определения поляризуемости нужно использовать частоты, находящиеся возможно дальше от атомных переходов тантала в меньшую сторону. Для более уверенного различения нейтральной и электронной компоненты нужно использовать возможно более удалённые друг от друга зондирующие частоты. Исходя из этих требований, так же учитывая наличие доступных лазеров, в описываемом интерферометре выбраны длины волн 1,064 мкм (Nd:YAG лазер) и 10,6 мкм (CO2 лазер). Оба луча совмещены в пространстве и проходят сквозь исследуемую плазму по одной и той же хорде. Для калибровки амплитуды и начальной фазы сигнала используется подвижное зеркало, колеблющееся по гармоническому закону. Поскольку исследуемая плазма является сильно неоднородной, возможна значительная рефракция лучей в плазме. Для подавления этой рефракции используется оптическая схема из двух зеркал, фокусирующих лучи в область, занимаемую плазмой. Для регистрации используются инфракрасные детекторы. Отдельно регистрируется мощность прошедшего через плазму предметного луча.

При помощи разработанной диагностике проведены начальные эксперименты по определению параметров мишенной плазмы на установке ЛИУ. Параметры электронного пучка: ток 1,6 кА, энергия 4,6 МэВ, длительность импульса 100 нс, начальный размер фокусного пятна на мишени 1 мм. Обнаружена плазменная корона мишенного факела, разлетающаяся со скоростью около 4 км/с.. Измеренная плотность вещества короны ~ 4∙1017 см-3, плотность электронов ~ 4∙1014 см-3, степень ионизации ~ 0,1%.

Литература

1. J. McCarrick, G. Caporaso et al. Electron Beam/Converter Target Interactions inRadiographic Accelerators. *Proceedings of the 2003 Particle Accelerator Conference*
2. Merle, E. et al. (2019). High Current and High Energy AIRIX Induction Accelerator Development.

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