Гибридный Х-пинч как источник ВУФ и МР излучения

Болховитинов Е.А., Тиликин И.Н., Шелковенко Т.А., Мингалеев А.Р., Романова В.М., Тер-Оганесян А.Е., Рупасов А.А., Пикуз С.А.

ФИАН, Москва, Россия, bolevar@sci.lebedev.ru

Х-пинчи являются хорошо известными источниками жесткого (<10 A), мягкого МР (10-100 A) рентгеновского излучения и ВУФ излучения (>100 A) [1,2]. Существует два типа Х-пинчей – стандартный, формирующийся на пересечении двух или нескольких проволочек, и, так называемый, гибридный, при котором разряд формируется из одной короткой проволочки, натянутой между двумя массивными конусообразными электродами. При этом как обычные, так и гибридные Х-пинчи могут использоваться для точечной проекционной рентгенографии и для исследования радиационных свойств высокотемпературной плотной плазмы. Детальное исследование ВУФ излучения из стандартного Х-пинча, выполненное при помощи камер обскур, показало наличие интенсивного ВУФ излучения из области размером менее 1 мм вокруг точки пересечения проволочек. Спектроскопия излучения плазмы пинча и использование метода поглотителей в сочетании с PCD детекторами, позволяющие получить информацию о спектральной и временной структуре плазмы, показали высокую спектральную яркость Х-пинчей в ВУФ диапазоне спектра. Это дает возможность рассчитывать на использование Х-пинчей в качестве источника в новых применениях, таких как абсорбционная ВУФ спектрометрия и, используя линейчатое излучение плазмы, в экспериментах по рассеянию. Вместе с тем до недавнего времени для гибридного Х-пинча ВУФ измерения ещё не проводились, хотя гибридный Х-пинч гораздо более прост в экспериментальной реализации и позволяет использовать большее разнообразие материалов в качестве нагрузки.

В настоящей работе впервые проведены детальные исследования излучения в диапазоне длин волн 10-400 А гибридных Х-пинчей на импульсной электроразрядной установке БИН (ток 270 кА, время нарастания тока 100 нс). В качестве нагрузок использовались проволочки из Al, Mo, Ag и W с диаметрами 12-50 мкм. Интегральные по времени изображения плазмы были получены с использованием камер обскур с апертурой 100 мкм. Спектры излучения разрядной плазмы в ВУФ диапазоне были получены с использованием спектрографа на основе пропускающей дифракционной решетки [3,4] с регистрацией на фотопленку, чувствительную к данному спектральному диапазону. Сигналы с PCD детектора и кремниевого диода AXUVHS5 позволили оценить абсолютный выход излучения в различных спектральных диапазонах. Измерения с этими детекторами показали, что гибридный Х-пинч с молибденовой нагрузкой излучает в ВУФ и МР диапазоне примерно на два порядка больше энергии по сравнению с жестким рентгеновским излучением с длиной волны менее 10 А. Проанализированы спектры излучения в исследуемом ВУФ и МР диапазонах. Их обработка позволила установить спектральные области с наибольшей интенсивностью излучения для различных материалов нагрузки.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-02-00391.

Литература.

1. Pikuz S.A., Shelkovenko T.A., Hammer D.A., Plasma Physics Reports, 2015, Vol.41, № 4, pp. 291–342 and № 6, pp. 445–491.
2. Shelkovenko T.A., Pikuz S.A., Tilikin I.N., et al. Phys. Plasmas, 2016, 23, 103303.
3. Басов Н.Г., Захаренков Ю.А., Рупасов А.А., Склизков Г.В., Шиканов А.С.. Диагностика плотной плазмы, изд. Наука, 1989, с.162-167.
4. Болховитинов Е.А., Волков Г.С., Рупасов А.А. и др. Физика плазмы, 2012, т.38, № 10, с. 894-902.