Х-пинч как источник для рентгеновской абсорбционной спектроскопии

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

Физический институт им.П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия

Рентгеновская абсорбированная спектроскопия (РАС) является одним из методов для определения зарядового состояния и температуры плазмы[1]. Горячая точка (ГТ), образующаяся при протекании тока через гибридный Х-пинч, дает непрерывный спектр излучения в диапазоне 1-10кэВ, близкое к излучению черного тела с температурой около 1 кэВ, что особенно важно при получении и анализе спектров поглощения с высоким разрешением. Х-пинч имеет малые размеры излучающей области, а значит, его излучение можно использовать для получения изображений с высоким пространственным разрешением (порядка 1 мкм) методом точечной проекционной рентгенографии. Так же, излучение ГТ имеет сверхмалую длительность (0.01-0.1 нс), что дает возможность использовать излучение для исследования плазмы с высоким временным разрешением без использования дополнительной аппаратуры. Такая диагностика очень полезна, например, для взорванных Al проволочек или проволочных сборок для исследования параметров кернов, предвестника и короны проволочек.

Были проведены эксперименты по РАС на генераторе БИН с максимумом тока в 250 кА и временем нарастания тока в 100 нс. В качестве нагрузки использовался гибридный Х-пинч с Mo проволочкой. В спектрографе установлен выпуклый кристалл CsAP с периодом кристаллической решетки 26,6Å, имеющий высокую отражающую способность в интересующей области излучения. Радиус кривизны кристалла составляет 350мм. Если настроить спектрограф на диапазон излучения К-линий Al, то можно зарегистрировать непрерывное излучение. Если в качестве фильтра установить на входное отверстие спектрографа алюминизированый полипропилен, то можно зарегистрировать К-край поглощения алюминия. В качестве исследуемого объекта использовались Al проволочки, разных диаметров, заряженные в гибридный Х-пинч с увеличенным межэлектродным зазором. Таким образом, анализировался спектр поглощения Al. Регистрация изображения происходила на пленку Biomax-MS. Причем по одному направлению происходит формирование изображения по методу точечной проекционной рентгенографии. В ортогональном направлении (в плоскости дисперсии кристалла) каждая часть изображения формируется излучением с разной длиной волны. Если считать взрыв однородным по длине проволочки — то можно считать, что изображение является радиальным распределением спектра поглощения. Таким образом, были получены спектры поглощения Al проволочек, а значит можно сделать вывод, что излучение гибридного Х-пинча можно использовать в качестве источника зондирующего излучения для рентгеновской абсорбционной спектроскопии.

Работа частично поддержана грантами NNSA DOE DE‑FC03‑02Na00057 и РФФИ 11‑02‑01210 и 12‑02‑01372.

Литература

1. Audebert P., Renaudin P., Bastiani-Ceccotti S.,Geindre J.-P., Chenais-Popovics 1 C.,  
   Tzortzakis 1 S., Nagels-Silvert 1 V., Shepherd R., Matsushima I., Gary S., Girard F.,   
   Peyrusse O., Gauthier J.-C., Picosecond Time-Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy of Ultrafast Aluminum Plasma, PRL 94, 025004, 2005