ВЛИЯНИЕ КОНФИГУРАЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ГЕНЕРАЦИЮ ТОРМОЗНОГО И ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЙ СИЛЬНОТОЧНЫХ Z‑ПИНЧЕЙ

Волков Г.С., Хилько М.В., Грицук А.Н., Медовщиков С.Ф., Фролов И.Н.

АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», liner@triniti.ru

В последние годы активно исследуется имплозия многопроволочных сборок, ускоряемых давлением магнитного поля протекающего по ним тока. В экспериментах при сжатии цилиндрических вольфрамовых многопроволочных сборок получена рекордная мощность мягкого рентгеновского излучения свыше 240 ТВт, при полной энергии излучения около 2 МДж [1]. Существенно, что полученная мощность излучения в 3-4 раза превышает электрическую мощность, вкладываемую генератором в нагрузку.

В ходе имплозии многопроволочных цилиндрических вольфрамовых сборок на сильноточном электрическом генераторе "АНГАРА-5-1", образуется сильноточный Z-пинч, который является мощным источником не только мягкого, но и жесткого рентгеновского излучения. Эмиссия жесткого тормозного и характеристического рентгеновского излучения обусловлена взаимодействием быстрых электронов с плазмой Z-пинча [2]. В работе приведены результаты экспериментов по измерению тока электронного пучка, временных и пространственных характеристик характеристического излучения материала многопроволочной сборки. Мощность линий La характеристического рентгеновского излучения вольфрама из Z –пинча составила 50 МВт. Оценка тока электронного пучка (~ 20 кА) по мощности характеристического рентгеновского излучения, полученая в предположении, что ускоренные электроны движутся по прямолинейным траекториям в плазме, соответствует прямым измерениям тока ускоренных электронов поясом Роговского (10-30 кА).

Быстрые электроны могут попадать в пинч с периферии плазмы. Замагниченные электроны с катодного электрода при движении, в основном в радиальном направлении, в скрещенных магнитных и электрических полях увеличивают свою поперечную, по отношению к магнитному полю, кинетическую энергию за счет сохранения магнитного момента в нарастающем к оси магнитном поле. Кроме того, генерация быстрых электронов в пинче также возможна за счет высокой электронной температуры на фронте ударной волны (~300 эВ), возникающей в процессе имплозии многопроволочной сборки [3]. Показано, что основная доля жесткого излучения возникает в центральной части Z-пинча, что подтверждается изображениями в квантах характеристического рентгеновского излучения (~8 кэВ), зарегистрированными на рентгеновскую пленку.

Работа выполнена при поддержке грант РФФИ № 17-02-00167а.

Литература.

1. R.B. Spielman, C. Deeney, Chandler et al. Tungsten wire-array Z-pinch experiments at 200 TW and 2 MJ/ Physics of plasma , 1998, v.5, No. 5, pp. 2105-2111.
2. Хилько М.В., Волков Г. С. Измерение интенсивности линий серии La вольфрама в мегаамперном Z-пинче, образованном при сжатии многопроволочной вольфрамовой сборки на установке «Ангара-5-1» / ВАНТ, 2017, т. 40, вып. 2, c. 42-54
3. О.Г. Ольховская, В.А. Гасилов, М.М. Баско, П.В. Сасоров, В.Г. Новиков, И.Ю. Вичев, И.И. Галигузова/ Математическое моделирование, 2016,т.28, №1, с.3-22.