ДИАГНОСТИКА РЕЛЯТИВИСТСКОГО ПЛАЗМЕННОГО СГУСТКА ПО ТОРМОЗНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

В.В. Андреев, А.А. Новицкий, А.М. Умнов, Д.В. Чупров

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия, chu\_d@mail.ru

В процессе гиромагнитного авторезонанса (ГА), детально описанном в [1], генерируются высокоэнергичные плазменные сгустки, параметры которых зависят от амплитуды и скорости нарастания импульсного магнитного поля, напряженности электрического поля электромагнитной волны накачки, а также от стартового магнитного поля пробочной ловушки. Было показано, что по окончании процесса ГА и стадии декомпрессии (после спада импульсного магнитного поля) сгусток имеет кольцевую структуру с внутренним и внешним радиусами 2 и 4 см, соответственно и осевой протяженностью порядка 3 – 4 мм. Энергетическое распределение частиц сгустка имеет форму, близкую к гауссовой, со средней энергией порядка 0,3 – 0,5 МэВ и шириной порядка 50 кэВ. Целью настоящей работы является оценка концентрации «горячей» электронной компоненты в плазменном сгустке с применением методов диагностики релятивистских плазменных пучков по тормозному излучению (ТИ) электронов на атомах и ионах плазмообразующего газа [2, 3].

Важным фактором, обуславливающим достоверность результатов измерения характеристик ТИ, является загрузка анализатора в детектирующем тракте. Установка работает в импульсном режиме со скважностями порядка 20 – 30. Минимальная скважность ограничена потерями при рекуперации энергии в цепях генератора импульсного магнитного поля. При паузах между импульсами порядка 25 мс средняя загрузка рентгенометрического тракта не превышает 3% однако, в импульсе ТИ длительностью до 3 мс загрузка оказывается значительной, что неизбежно приводит к искажениям регистрируемых спектров, а также счетных и энергетических интенсивностей ТИ. В работе использован метод снижения загрузки тракта низкоэнергичными квантами за счет применения тонкой диафрагмы, прозрачной для квантов высоких энергий. Следует отметить, что значительное внимание в работе уделено учету влияния аппаратной функции детектирующего тракта, а также вопросам формирования потока ТИ, регистрируемого детектором, экранирования и компенсации фонового излучения. Проведена калибровка энергетической шкалы, счетной и энергетической эффективности регистрации тракта в диапазоне энергий 0,05 – 1,2 МэВ с применением калибровочных спектрометрических гамма-источников.

Произведена оценка концентрации электронов и среднего тока пучка по счету квантов и интегральному сигналу детектора ТИ. Полученные экспериментальные результаты хорошо согласуются с результатами расчета параметров сгустка, полученными при моделировании по методу частиц в ячейке, а также с ранее полученными результатами рентгенографических измерений.

Литература

1. Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М., Чупров Д.В. // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2013, т. 36, вып. 1 С. 86-95.
2. Иовнович М.Л., Саранцев В.П., Фикс М.М. // Атомная энергия. 1976, Т. 29, Вып. 6, С. 465.
3. Горожанин И.В., Иванов Б.И. // Препринт ХФТИ, 1986, Харьков: ХФТИ АН УССР.