СПЕКТРЫ НЕЙТРОНОВ В Z-ПИНЧАХ

В.В. Вихрев, В.Д. Королев

Национальный Исследовательский Центр "Курчатовский Институт", Москва, Россия, [Korolev\_VD@nrcki.ru](mailto:Korolev_VD@nrcki.ru)

Установлено, что спектры нейтронов в Z-пинчах [1] чрезвычайно широки для того, чтобы объяснить их наличием высокой температуры или выделенной группы ускоренных частиц. Ни высокой температуры, ни выделенных групп высокоэнергичных частиц в экспериментах не наблюдалось. По этой причине избегали строить серьезные планы относительно увеличения нейтронного излучения в Z-пинчах. Известно, что Z-пинчи были первыми устройствами, в которых была создана плазма, являющаяся источником нейтронного излучения. Поэтому одной из важных проблем в программе исследований по управляемому термоядерному синтезу было установление механизма генерации нейтронов в плазме Z-пинча. Дальнейшие исследования нейтронного излучения в Z-пинчах показали, что скейлинг нейтронов с увеличением вкладываемой энергии довольно высокий – выход нейтронов пропорционален току пинча в четвертой степени [2].

На многие вопросы удалось ответить когда выяснили, что энергетический спектр ионов, генерируемых в плазме Z-пинча, содержит значительное количество дейтонов с энергией выше 10 кэВ. При исследовании распределения дейтонов по энергии было выяснено, что спектр ионов в плазме в области высоких энергий ближе всего к степенной зависимости с показателем k = 2,5 – 4 [2]. Такого рода распределение должно иметь место и при выполнении условий зажигания самоподдерживающейся термоядерной реакции. При этом столкновения между ионами не успевают полностью максвеллизовать ионы в таких распределениях.

Анализ генерации нейтронов при столкновениях ионов со степенными спаданием в хвосте показал, что ширина спектра нейтронов не столько характеризует температуру ионов или энергию ускоренных дейтонов, а в большей степени определяется универсальной зависимостью сечения ядерной реакции энергии и характером спада количества ионов в хвосте энергетической зависимости [3].

В данном докладе дан обзор исследований по проблеме генерации нейтронов в Z-пинчах и дано описание характеристик нейтронного излучения на различных установках. Приведены результаты измерений спектрального распределения нейтронов по энергии в различных направлениях, установления временной корреляции между нейтронным и рентгеновским излучением, а также динамикой плазмы в Z-пинче. нейтронов для Z-пинчей в случае образования немаксвелловской изотропной плазмы. Как следствие были выяснены не только зависимости нейтронного излучения от параметров в данных системах, но и основные характеристики этого нейтронного излучения. В докладе приведены результаты реконструкции функции распределения ионов по энергиям. Также дано объяснение появления анизотропии в распределениях нейтронов по энергиям в аксиальном направлении. Приведены результаты анализа появления анизотропии в энергетических спектрах использования образования высокотемпературной плазмы в Z-пинчах.

Литература

1. Бакшаев Ю.Л., Брызгунов В.А., Вихрев В.В., Волобуев И.В., Данько С.А., Казаков Е.Д., Королев В.Д., Клир Д., Мироненко-Маренков А.Д., Пименов В.Г., Смирнова Е.А., Устроев Г.И. "Генерация и анизотропия нейтронного излучения в конденсированном Z-пинче". Физика плазмы, 2014, **40**(6), 516.
2. Вихрев В.В., Королев В.Д. "Генерация нейтронов в Z-пинче". Физика плазмы, 2007, **33**(5), 397.
3. Вихрев В.В., Мироненко-Маренков А.Д. "О спектре нейтронов из плазмы Z-пинча". Физика плазмы, 2012, **38**(3), 251.