Оптимизация параметров нейтронного источника на основе открытой ловушки, ограниченных развитием DCLC неустойчивости [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Приходько В.В., 1,2Котельников И.А., 1,2Черноштанов И.С.

1ИЯФ СО РАН, Новосибирск, РФ, [V.V.Prikhodko@inp.nsk.su](mailto:V.V.Prikhodko@inp.nsk.su)  
2НГУ, Новосибирск, РФ

Одним из возможных приложений открытых ловушек является их использование в качестве источников D-T нейтронов в гибридных установках типа «синтез-деление». Важнейшим параметром при таком применении является эффективность производства нейтронов:

*Qpl* = *PDT* / *Pin*, (1)

где *Pin* — введённая в плазму мощность, а *PDT* — мощность реакций синтеза, приходящаяся на нейтроны. Данная работа является продолжением [1] и нацелена на поиск параметров открытой аксиально-симметричной ловушки, позволяющих достичь максимального значения *Qpl*. Микроустойчивость плазмы в [1] определялась по формуле:

*K* = *tkin* / *tgd* < *Kcrit*, (2)

где *tkin* и *tgd* — времена удержания тёплых ионов в кинетическом и газодинамическом режимах, а *Kcrit* — величина порядка единицы. В данной работе процедура отбора допустимых конфигураций установки включала прямую проверку устойчивости относительно дрейфово-конусной циклотронной (drift-cyclotron loss-cone, DCLC) и двугорбой (double-humped, DH) мод.

Код DOL [2] использовался в качестве основного инструмента численного моделирования. Теоретическая модель, лежащая в его основе, предполагает разделение ионной функции распределения на две части. Первая — это быстрые ионы, имеющие низкую частоту столкновений. Их функция распределения находится из решения кинетического уравнения, усреднённого по периоду продольного движения. Вторая — это тёплые ионы с высокой частотой столкновений. Их удержание описывается уравнениями баланса частиц и энергии.

Рассмотрена установка с равным соотношением изотопов дейтерия и трития и продольным профилем магнитного поля близким к «прямоугольной яме» — величина поля почти постоянна в основной ячейке и быстро нарастает около пробок. Магнитное поле в пробках принято равным 25 Т, а расстояние между ними 20 м. Энергия вводится в установку инжекцией атомарных пучков мощностью *Pin* = 100 МВт. Устойчивость плазмы проверялась по дисперсионному отношению из работы [3]. Его использование требует приблизить ионные функции распределения суммой гауссовских профилей. Распределение каждой компоненты приближались суммой двух профилей: для быстрых ионов параметры определялись методом наименьших квадратов по рассчитанной функции распределения, для тёплых ионов использовалась оценка степени заполнения конуса потерь.

В результате показано, что ограничение (2) качественно верно, а максимальная величина *Qpl* составляет несколько процентов, что соответствует данным прежних расчётов [1].

Литература

1. D.V.Yurov, V.V.Prikhodko. Optimization of a mirror-based neutron source using differential evolution algorithm. Nuclear Fusion, v. 56, iss. 12, p. 126003 (2016).
2. Д.В.Юров, В.В.Приходько, Ю.А.Цидулко, "Нестационарная модель для описания осесимметричной открытой ловушки с неравновесной плазмой", Физика плазмы, т. 42, № 3, с. 217-233 (2016).
3. I.A.Kotelnikov, I.S.Chernoshtanov, V.V.Prikhodko. Electrostatic instabilities in a mirror trap revisited. Physics of Plasmas v. 24, p. 122512 (2017).

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Cm/en/KD-Prikhodko_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)