Поглотитель-калориметр для атомарных пучков мегаваттного диапазона

П.П. Дейчули, В.С. Хрестолюбов

Институт ядерной физики, Новосибирск, Россия, P.P.Deichuli@inp.nsk.su

Приемник-поглотитель мощного атомарного пучка является необходимым элементом пучкового тракта инжектора. Основная проблема при создании приемника-поглотителя связана с высокой плотностью мощности в пучке, которая достигает десятков кВт/см2 и может иногда на порядок превышать так порог “кризиса теплосъема“ для водоохлаждаемых конструкций. Известные решения проблемы основано на использовании V-образной конструкции с наклоном створок к оси пучка, где створки образованы медными трубками с ленточным завихрителем потока [1,2]. Для гарантированного перекрытия пучка поглотителем применяется расположение трубок в 2 эшелона, с соответствующим усложнением конструкции и увеличением числа сварок и спаев в вакууме, что потенциально снижает надежность конструкции. Для обеспечения высокого коэффициента теплосъема требуется достаточно высокая скорость потока охлаждающей воды (10-15 м/с), что приводит к завышенному расходу жидкости.

Другое решение использует плоские пластины приемника со сложным профилем водяных каналов (малый характерный размер при большом периметре) для улучшения его гидродинамических и теплофизических характеристик. Некоторым недостатком таких конструкций является сложность изготовления и повышенные требования к необходимому напору (до 10-20 атм) в системе подачи охлаждающей жидкости.

В данной работе описаны конструкции приемников основанные на коаксиально-щелевых каналах со спиральным завихрителем потока. Трубки приемника имеют прямоугольную форму наружного сечения и круглый канал охлаждения, внутри которого коаксиально устанавливается стержень-вставка с проволочной спиралью завихрителя. Помимо основного наклона створок калориметра к оси пучка в конструкции заложен небольшой, до 1° перекос трубок в плоскости каждой створки. Преимуществом таких конструкций является возможность обойтись одним эшелоном трубок в каждой створке, простота изготовления, возможность работы при меньшем расходе жидкости, минимальное количество паянных соединений в вакууме. Описаны также конструкции приемников, основанные на трубках с ленточным завихрителем, с расположенными в один эшелон. Описываемые конструкции были применены и успешно работают несколько лет в атомарных инжекторах мегаваттной мощности [3].

Литература

1. S.K.Combs, S.L.Milora, C.A.Foster, H.H.Haselton, M.M.Menon, C.C.Tsai. Compact inexpensive target design for steady-state heat removal in high-heat-flux fusion applications. Rev. Sci. Instr., v.**56**, N8, p. 1526-1530 (1985).
2. В.К.Наумов, Н.Н.Семашко. Некоторые вопросы обеспечения теплового режима токоприемников мощного инжектора нейтральных атомов. Вопр. Атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез, 1980, вып. 1(5), с. 67.
3. A.Sorokin, V.Belov, V.Davydenko, P.Deichuli, A.Ivanov, A.Podyminogin, I.Shikhovtsev, G.Shulzhenko, N.Stupishin, M.Tiunov. “[Characterization of 1 MW, 40 keV, 1 s neutral beam for plasma heating](http://www.aipuniphy.org/Abstract/Abstract.aspx?recordid=1654813&login=p.p.deichuli@inp.nsk.su&lid=20100224)”. Review of Scientific Instruments 2010;**81(2)**:02B108 - 02B108-4.