ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРИФЕРИЙНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ КАМЕРЕ ИОННОГО ИСТОЧНИКА

А.Г. Барсуков, А.А. Панасенков

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, Barsukov@nfi.kiae.ru

В настоящее время ведется разработка и исследование на стенде ИРЕК экспериментального образца квазистационарного ионного источника СТИС-1, который должен генерировать пучок ионов водорода мощностью 2 МВт при энергии до 50 кэВ и длительности импульса десятки секунд [1]. Актуальность создания стационарного ионного источника определяется необходимостью обеспечения безындукционной генерации тока в плазме термоядерного источника нейтронов (ТИН) путем инжекции в плазменный шнур мощного потока быстрых атомов дейтерия, а так же интенсификации генерации нейтронов в D‑T плазме (в ядерных реакциях пучок – плазменная мишень) при достаточно умеренных значениях её температуры и концентрации.

Одним из основных узлов источника СТИС-1 является стационарная газоразрядная камера (ГРК), в которой генерируется водородная плазма, обеспечивающая на эмиссионной границе площадью12х40 см плотность тока ионов около 0,3 А/см2 при неоднородности ±10%. Для обеспечения хорошего удержания плазмы в ГРК и повышения энергетической эффективности генерации ионного тока применяется, аналогично [2], периферийное магнитное поле («касп»), создаваемое линейками постоянных магнитов, установленных на корпусе камеры с чередованием полюсов. Корпус ГРК является анодом, в качестве катодов используется набор «шпилек» из вольфрамовой проволоки диаметром 1,5 мм. В такой конфигурации ток электронов на анод идет через линейные «магнитные щели» напротив полюсов магнитов.

В докладе приводятся результаты экспериментального исследования разрядных характеристик и параметров плазмы при использовании различных постоянных магнитов на основе Ba-Fe и Nd-Fe, обеспечивающих величину магнитного поля на внутренних стенках ГРК на уровне 1 кГс и 3 кГс, соответственно. Предварительные оценки показывают, что при работе катодов в режиме ограничения тока эмиссии объемным зарядом должно быть приблизительное равенство площади катодов (Sк) и эффективной площади анода (Sан), определяемой как произведение длины магнитов на ширину магнитной щели, зависящую от величины магнитного поля вблизи стенки ГРК. Эксперименты показали, что при работе с Ba‑Fe магнитами при согласованной с (Sан) площади 24-х катодных шпилек около 100 см2 плотность тока ионов около 0,3 А/см2 получается при токе разряда 1,3 кА, а потенциал плазмы близок к потенциалу анода. При увеличении магнитного поля в 3 раза (Nd-Fe магниты) и сохранении Sк на прежнем уровне получается неэффективная мода разряда с повышенным напряжением разряда, потенциалом плазмы на 30÷40 В ниже потенциала анода и малой плотностью ионного тока. Однако, при уменьшении площади катодов в ~2 раза либо за счет укорочения катодных шпилек, либо при уменьшении их числа, прежняя мода разряда восстанавливается, но с повышенной эффективностью: потенциал плазмы близок к анодному, плотность тока 0,3 А/см2 достигается при токе разряда около 0,75 кА.

Литература

1. А.Г. Барсуков, А.И. Крылов, А.А. Панасенков и др. Разработка и экспериментальное исследование квазистационарного ионного источника СТИС-1. Труды XL Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 2013 г.
2. A.G. Barsukov, A.A. Panasenkov, G.N. Tilinin e.a. Neutral beam heating system for T-15. Plasma devices and Operations, 1992, Vol.1, p.277-288