ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПУЧКОВО - ПЛАЗМЕННОГО РАЗРЯДА В УСТАНОВКЕ ГДЛ [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Глинский В.В., 1,2Тимофеев И.В., 1,2Волчок Е.П., 1,2Анненков В.В.

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН), Новосибирск, Россия  
2Новосибирский Государственный Университет (НГУ), Новосибирск, Россия

Необходимым этапом в любом эксперименте по нагреву и удержанию плазмы в открытых магнитных ловушках является создание начальной плазмы достаточного объема и плотности для эффективного захвата инжектируемых пучков нейтральных атомов. На наш взгляд, самым простым и дешёвым среди различных методов генерации плазмы является метод ионизации электронным пучком. Он, в отличие от метода плазменного разряда, в котором плазма инжектируется в установку из плазменной пушки, позволяет создавать плазму непосредственно в рабочем объеме, избегая ее отражения от входной пробки. Кроме того, в отличие от СВЧ разряда, ионизация электронным пучком не требует высокотехнологичных устройств, таких как гиротроны.

Возможность зажигания плазменного разряда электронным пучком в открытых ловушках известна уже более 60 лет, однако отличительной особенностью первых экспериментов были весьма компактные размеры установок, сопоставимые с длиной релаксации пучка. Чтобы понять, насколько эффективно данный метод создания плазмы может работать в современных термоядерных установках, таких как Газодинамическая ловушка (ГДЛ) или ГДМЛ в ИЯФ СО РАН, на установке ГДЛ были проведены эксперименты по инжекции электронного пучка с характерной энергией 20-30 кэВ и током 5-8 А в нейтральный газ [1]. Было показано, что пучок, имеющий диаметр 1 см в центральной секции установки, способен создавать плазму во всём объёме ловушки (диаметром 50 см). При этом как сами эксперименты, так и их численное моделирование методом частиц в ячейках давали указание на то, что область релаксации пучка сильно локализована во входной магнитной пробке [2]. В качестве возможного механизма ионизации плазмы в основном объёме ловушки в работе [2] обсуждалась ударная ионизация тепловыми электронами, которые получают достаточную энергию из относительно горячей области релаксации пучка за счёт продольной электронной теплопроводности.

В данной работе на основе численной модели, в которой рассчитывается распространение тепла за счёт классической электронной теплопроводности в неоднородном магнитном поле и наработка плазмы тепловыми электронами за счёт ударной ионизации, исследуется динамика зажигания разряда во всём объёме установки ГДЛ и проводится сравнение результатов моделирования с данными интерферометрических и зондовых измерений, полученных в упомянутых экспериментах [1].

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 22 – 22 - 00514)

Литература

1. Soldatkina E.I. et al. Electron beam-plasma discharge in GDT mirror trap: experiments on plasma start-up with electron gun //Nuclear Fusion. – 2022. – Т. 62. – №. 6. – С. 066034.
2. Timofeev I.V. et al. Electron beam–plasma discharge in GDT mirror trap: particle-in-cell simulations //Nuclear Fusion. – 2022. – Т. 62. – №. 6. – С. 066033.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Lt/en/EH-Glinskiy_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)