ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Иванова Владимира Александровича на диссертацию Кубаджи Хенд на тему «Исследование низковольтного пучкового разряда в инертных газах при числах Кнудсена порядка 1», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы.

Диссертация Кубаджи Хенд посвящена комплексному экспериментально-теоретическому изучению низковольтного пучкового разряда (НПР) с акцентом на исследование фундаментальных, но малоизученных процессов, определяющих его свойства при условиях, соответствующих числам Кнудсена около единицы. К таким процессам прежде всего относятся механизмы релаксации функции распределения электронов (ФРЭ) и пучково-плазменная неустойчивость. Следует подчеркнуть сложность поставленной задачи, связанную с необходимостью анализа сугубо неоднородного по объему и анизотропного по угловой координате распределения электронов в плазме.

Исследовательская часть диссертации предваряется введением, знакомящим с экспериментальными работами и теоретическими моделями НПР, выполненными предшественниками, и обосновывающим необходимость развития новых подходов к анализу процессов в этой плазме. Достаточно убедительно обоснована актуальность работы в плане возможности совершенствования плазменных устройств силовой электроники, работающих на основе НПР в экстремальных условиях. Следует отметить и весьма содержательный обзор этапов развития зондового метода как основного инструмента исследования плазмы невысоких давлений. При некоторой доработке он мог бы составить предмет отдельной публикации, которая оказалась бы хорошим подспорьем для начинающих работать в области диагностики плазмы исследователей.

Основные результаты работы представлены в главах 2 (Экспериментальное исследование НПР при числах Кнудсена порядка 1) и 3 (Теоретическое исследование ФРЭ и ее влияние на устойчивость НПР при числах Кнудсена порядка 1). Прежде всего, впечатляют полученные автором диссертации наборы экспериментальных данных, представленные в виде зондовых характеристик (точнее, вторых производных зондового тока по потенциалу) при разных ориентациях плоского зонда и его положении относительно катода. Эти данные получены на установке, допускающей прецизионные перемещения зонда по координате и углу, наглядно демонстрируют смену механизмов релаксации пучка электронов при изменении условий эксперимента, а также пороговый

характер возникновения пучковой неустойчивости в столкновительной плазме НПР (Рис. 14-16). Теоретическое объяснение наблюдаемых явлений, построенное на основе развиваемого в работе подхода (решение уравнения Больцмана для электронов с учетом столкновений совместно с уравнением Пуассона), позволяет говорить о фундаментальном характере обсуждаемой работы. Результаты работы демонстрируют возможность реализации редкой для физики плазмы ситуации, когда длины релаксации электронов по импульсу и энергии оказываются близкими по величине и могут быть существенно меньше длины свободного пробега электронов.

Общее положительное впечатление от работы Индиры Юрьевны несколько снижают редкие, но все же возникающие при внимательном чтении вопросы:

Ссылка [2] в Публикациях автора по теме диссертации слишком лаконична — найти по ней публикацию не представляется возможным;

Ссылка [19] в вводной части диссертации (раздел 1.1.1) на работу Бома не содержит фамилии автора.

В разделе «Научные положения, выносимые на защиту» вполне можно было бы избежать повторов, без ущерба для диссертации сократив количество положений до 3, несколько их переформулировав.

Диссертация Кубаджи Хенд на тему: «Исследование низковольтного пучкового разряда в инертных газах при числах Кнудсена порядка 1» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Кубаджи Хенд заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета, доктор физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет

/Иванов В.А.

Дата: 18.04.2023