

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб на тему: «Исследование фотоплазмы в смесях паров натрия с инертными газами на основе 2D моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.04.08 – Физика плазмы.

Диссертационная работа Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб посвящена изучению фотоплазмы, созданной в смесях паров натрия и благородных газов в двухкамерной ячейке, с использованием 2D-моделирования с помощью COMSOL Multiphysics Plasma Module.

Диссертация состоит из введения, 5-ти глав, заключения, приложений и списка литературы. Ее результаты были представлены на российских и международных конференциях. По материалам работы опубликовано пять статей в рейтинговых журналах.

Была проделана интересная и большая работа, которая довольно подробно и хорошо представлена в тексте диссертации.

В работе проведен анализ доступной литературы, посвященной исследованию различных механизмов и типов фотоплазмы и дано описание фотогальванического эффекта, наблюдаемого в различных видах фотоплазмы. Установлено, что имеются разрозненные данные об установившейся нелазерной генерации фотоплазмы.

Впервые подробная численная модель фотоплазмы была представлена с помощью 2D-осесимметричного модуля плазмы в COMSOL с использованием интерфейса дрейф-диффузия.

Было введено простое модельное приближение для обоснования выбора паров натрия среди паров других щелочных металлов. Были представлены обоснования базовых допущений модели, использованных в данном исследовании.

Была представлена подробная химия фотоплазмы, включающая основные, резонансные, уровни с высоким возбуждением, атомные и молекулярные ионы атома щелочного металла. Рассматривались процессы резонансного поглощения излучения, пленения излучения, упругие и неупругие электрон-атомные столкновения, объединения энергий возбуждения, пеннинговской и ассоциативной ионизации, ступенчатой ионизации, диссоциативной и столкновительно-излучательной рекомбинации. Получены основные параметры фотоплазмы (плотности заряженных и возбужденных частиц, температура электронов, электрический потенциал) и начато изучение процессов переноса.

Имитационная модель позволила провести исследование оптимизации с множеством перспектив для довольно сложного механизма работы фотоплазменных ячеек.

Показано, что наряду с потоками классической амбиполярной диффузии образуются вихревые токи электронов. В сложной геометрии плазмы присутствие потоков заряженных частиц может значительно отличаться от типичного представления об амбиполярной диффузии.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что двухкамерная конфигурация больше подходит для создания ЭДС в фотоплазменных ячейках, чем однокамерная, независимо от геометрии второй камеры.

Актуальность работы связана с интересом к возможностям использования фотоплазмы в различных областях техники, в том числе в создании фотоэлектрических преобразователей работающих на сконцентрированном солнечном излучении.

Практическая значимость заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для проектирования и создания фотоэлектрического преобразователя на основе двухкамерного устройства со смесью натрия и благородных газов, работающего на сконцентрированном солнечном или газовом ламповом излучении.

В качестве замечаний отмечу следующее.

При моделировании фотоплазмы необходимо решить краевую задачу для описывающих ее уравнений. Не случайно для ее решения используется COMSOL Multiphysics. С математической точки зрения это инструмент решения именно краевых задач. В диссертации довольно подробно описана система уравнений для фотоплазмы, но ничего не сказано про краевые условия. При том, что, как хорошо известно, именно они во многом определяют решение задачи. Без краевых условий решить задачу на COMSOL невозможно. Значит, какие-то условия все-таки ставились, только о них, кроме задания электрических потенциалов на стенках камер, по какой-то причине не сказано в диссертации.

Это замечание не отражается на общей положительной оценке диссертации.

Диссертация Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб на тему: «Исследование фотоплазмы в смесях паров натрия с инертными газами на основе 2D моделирования» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.04.08 – Физика плазмы. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

доктор физико-математических наук, доцент, профессор Санкт-Петербургского государственного университета

Смирнов Валерий Владимирович

Дата 29.05.2021