



НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ
НАВУК БЕЛАРУСІ

Дзяржаўная навуковая ўстанова
«Інстытут фізікі імя Б. І. Сцяпанавы
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
(Інстытут фізікі НАН Беларусі)

пр. Незалежнасці, 68-2, 220072, г. Мінск
тэл. (017) 284 17 55, факс (017) 284 08 79
e-mail: ifanbel@ifanbel.bas-net.by
URL: <http://ifan.basnet.by>

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
НАУК БЕЛАРУСИ

Государственное научное учреждение
«Институт физики имени Б. И. Степанова
Национальной академии наук Беларуси»
(Институт физики НАН Беларуси)

пр. Независимости, 68-2, 220072, г. Минск
тел. (017) 284 17 55, факс (017) 284 08 79
e-mail: ifanbel@ifanbel.bas-net.by
URL: <http://ifan.basnet.by>

31.05.2021 № 101-01-17/677

На № _____ ад _____

Санкт-Петербургский
государственный университет
Отдел по обеспечению деятельности
диссертационных советов
Карповой Н. В.

Отзыв

члена диссертационного совета Симончика Леонида Васильевича на диссертацию Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб «Investigation of photoplasma in mixtures of sodium vapor with inert gases based on 2D simulation» («Исследование фотоплазмы в смесях паров натрия с инертными газами на основе 2D моделирования»), представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08. - физика плазмы

Диссертация Мандур М.М.М.М. посвящена исследованию фоторезонансной плазмы, создаваемой в смесях паров натрия и инертных газов в двухкамерных ячейках с использованием 2D-моделирования в плазменном модуле среды COMSOL Multiphysics. Фотоплазма создается путем воздействия на газ оптического резонансного излучения и в такой плазме реализуются высокие концентрации электронов при относительно низкой их температуре (доли эВ). Поскольку добиться таких параметров другими способами получения плазмы практически сложно, то фотоплазма представляет собой особый класс плазмы с уникальными характеристиками, которые значительно отличаются от характеристик традиционной газоразрядной плазмы, с одной стороны. С другой, практическое использование такой плазмы позволяет создавать конверторы энергии резонансного излучения в электрическую. Это и определяет актуальность темы диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Во введении формулируется актуальность работы, приводятся постановка задачи, основные положения, выносимые на защиту, описаны научная новизна и практическая значимость работы и представлен список публикаций автора по теме диссертации.

В первой главе представлена краткая история фотоэлектрического эффекта, наблюдаемого в различных видах фотоплазмы и приведен обзор

литературы в данной области. Приведено детальное описание физических механизмов создания фотоплазмы и представлен набор основных элементарных процессов в газовой смеси щелочных металлов и инертных газов. Вторая глава посвящена описанию численной модели, используемой для расчета параметров исследуемой фотоплазмы. Она основана на 2D гидродинамическом описании плазмы в среде COMSOL Multiphysics. Рассчитываются плотности частиц различных видов: электронов e , ионов Na^+ , Na_2^+ , резонансного $\text{Na}(3p)$ и высоковозбужденного $\text{Na}(5s/4d)$ уровней атома натрия с использованием диффузионно-дрейфового приближения для потоков частиц. Температура электронов определяется из уравнения баланса их энергии, а самосогласованное электрическое поле находится из уравнения Пуассона. Набор плазмохимических процессов включает реакции с участием основных, резонансных и высоковозбужденных уровней, атомных и молекулярных ионов атома щелочного металла.

Полученные результаты представлены в последующих трех главах. Кратко они заключаются в следующем. Проведено 2D моделирование и выполнен анализ эффективности использования двухкамерной конфигурации по сравнению с однокамерной с целью получения заметной электродвижущей силы (ЭДС). Результаты показывают, что как для однокамерной, так и для двухкамерной конфигурации, концентрации электронов в камере источника близки друг к другу. В тоже время, из-за добавления второй камеры возникает более значительный градиент электронной плотности и температуры, что вызывает заметную разность потенциалов на стенках камер. Проведено оптимизация двухкамерной ячейки и показано, что независимо от геометрии второй камеры двухкамерная конфигурация фотоплазменных ячеек больше подходит для создания ЭДС.

Проведены исследования стационарной фотоплазмы в смеси Na и различных инертных газов, создаваемой в одно- и двухкамерных ячейках концентрированным солнечным (или газоразрядной лампы) резонансным излучением. Установлено, что наиболее приемлемой для практического использования является смесь натрия с аргоном. При исследовании потоков электронов в стационарной двумерной фотоплазме обнаружено, что в двухкамерной фотоплазме наряду с потоками классической амбиполярной диффузии образуются также вихревые токи электронов. Установлено, что изменение температуры и плотности электронов, вызванное этими вихрями, влияет на разность потенциалов между двумя камерами.

Результаты грамотно и достаточно подробно проиллюстрированы в виде многочисленных рисунков, с подробными пояснениями к ним. О высокой научной квалификации Мандур М.М.М.М. свидетельствуют научная новизна защищаемых положений, использование современных цифровых технологий, проведенные детальные численные исследования, достоверность результатов которых подтверждается их представлением на международных научных конференциях (6 докладов) и публикациями соискателя по теме диссертации (7 статей) в рецензируемых научных журналах, цитируемых Web of Science и Scopus.

Диссертация является законченным оригинальным научным исследованием, а её результаты несомненно найдут применение в дальнейших исследованиях фоторезонансной плазмы и ее приложений, в том числе для создания фотоэлектрического преобразователя энергии излучения в электричество.

По тексту работы можно сделать следующие замечания:

1. По сути, работа представляет собой численное моделирование и анализ полученных результатов. В тексте представлено недостаточно информации о сравнении с экспериментом или работами других авторов.
2. Не совсем понятно понятие «заземленный электрод» и для чего он используется в расчетах. Ведь реально не важно – заземлен электрод или нет.
3. Из представленных результатов следует, что генерируемая электродвижущая сила главным образом связана с температурой электронов. Можно ли конкретизировать эту связь количественно и как на нее влияет градиент концентрации электронов?
4. При обосновании необходимости проведения исследований утверждается, что ранее исследования фотоплазмы проводились преимущественно с резонансным лазерным возбуждением. Естественно, для создания конвертеров энергии предпочтительно солнечное (ламповое) излучение. А в научном плане, есть ли различия в результатах и какие?

Данные замечания не снижают положительной оценки работы.

Диссертация Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб на тему: «Investigation of photoplasma in mixtures of sodium vapor with inert gases based on 2D simulation» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Мандур Мохамед Махсуб Махсуб Махсуб заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08. - физика плазмы.

Член диссертационного совета
главный научный сотрудник
ИНСТИТУТА ФИЗИКИ НАН Беларуси,
доктор физ.-мат. наук, профессор



Л.В. Симончик

31 мая 2021