

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сорокина Дмитрия Алексеевича  
**«Оптические свойства плазмы высоковольтного наносекундного разряда,  
инициируемого убегающими электронами, и ее применение»,**  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.05 – оптика

Диссертация Сорокина Д.А. посвящена изучению свойств и параметров плазмы высоковольтного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами (ВНРУЭ). Исследование ВНРУЭ является актуальным, поскольку такие исследования необходимы как для лучшего понимания физических процессов, происходящих в разряде, инициируемом убегающими электронами, так и для использования ВНРУЭ в различных технических устройствах или технологических процессах.

В работе экспериментально исследованы параметры плазмы ВНРУЭ в импульсном и импульсно-периодическом режимах в гелии, аргоне и азоте: оптическими методами измерены средние за импульс значения концентрации электронов  $N_e$  (во всех газах), электронной температуры  $T_e$ , приведенной напряженности электрического поля  $E/N$ , колебательной, вращательной и газовой температур (в азоте). Определена динамика величин  $N_e$ ,  $T_e$  и  $E/N$ .

Изучена спектральная структура ВУФ-излучения плазмы бинарных смесей инертных газов He-Xe и Ar-Xe, возбуждаемых ВНРУЭ. Показано, что ВУФ-излучение вблизи длины волны резонансного перехода атома Xe ( $\lambda = 146,96$  нм) имеет сложную структуру, обусловленную наложением излучения резонансной линии атома ксенона, полос гетероядерных димеров инертных газов и первого континуума молекулы  $Xe_2^*$ , интенсивность которых зависит от содержания ксенона в смеси при прочих неизменных параметрах ВНРУЭ. Наблюдалось трехкратное увеличение интенсивности ВУФ-излучения плазмы ВНРУЭ в смеси Ar-Xe вблизи длины волны 147 нм, когда при регистрации излучения разряда в оптической схеме вместо одного из выходных окон устанавливалось зеркало; эффект был объяснен усилительными свойствами плазмы.

Получено испускание нейтронов, обусловленное протеканием DD-реакции в условиях возбуждения дейтерия ВНРУЭ как в случае обогащенного дейтерием катода-мишени, так и при отсутствии обогащения дейтерием катода-мишени. Измерен выход нейтронов, длительность их импульса. Зарегистрировано тормозное рентгеновское излучение. Прделана большая работа по определению оптимальных условий для стабильного испускания нейтронов.

Основные результаты работы являются новыми и представляют вклад в изучение свойств и физики высоковольтного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами. Представленный автореферат диссертационной работы показывает, что ее автор является квалифицированным исследователем, владеющим экспериментальными методами исследования неравновесных газовых разрядов, умеющим корректно формулировать цели исследований, получать и анализировать результаты.

По автореферату имеются замечания:

1) При определении температуры электронов и напряженности электрического поля по отношению интенсивностей полос азота более точные результаты дает использование отношения интегральных интенсивностей полос азота. В действительности отношение интенсивностей кантов полос зависит не только от  $E/N$  ( $T_e$ ), но и от распределения интенсивности в полосах, т.е. от вращательной температуры молекул и молекулярных ионов азота, которые в неравновесных разрядах могут существенно отличаться.

2) Конкретная реализация метода определения газовой температуры по неразрешенной вращательной структуре электронно-колебательных полос второй положительной системы азота в автореферате не описана, хотя обоснование применимости этого метода для определения температуры газа в ВНРУЭ в азоте автор приводит в качестве одного из пунктов научной ценности работы.

3) Утверждение об усилительных свойствах плазмы ВНРУЭ в бинарных смесях инертных газов представляется не достаточно обоснованным. Увеличение интенсивности излучения более чем в три раза возможно в результате оптических эффектов, связанных с отражением и преломлением световых лучей, их фокусировкой при прохождении плотных слоев плазмы. Для утверждения об усилительных свойствах плазмы необходимо показать наличие когерентности излучения, например, показать наличие сужения контура спектральной линии/полосы, характерное для когерентного излучения.

Тем не менее, отмеченные недостатки не снижают общего научного уровня работы. Считаю, что соискатель достоин присуждения искомой степени, а диссертационная работа Сорокина Д.А. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК при Министерстве образования и науки РФ к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

Ведущий научный сотрудник Отдела прикладной физики  
Новосибирского государственного университета,

д.ф.-м.н. по специальности 01.04.08 – Физика плазмы,  
доцент

630090, Россия, Новосибирск, ул. Пирогова, 2.

Телефон: 7 (383) 363-42-98

s\_avtaeva@srd.nsu.ru

http://www.opf.nsu.ru/ru

Автаева Светлана Владимировна

Подпись Автаевой С.В. заверяю:

Ведущий документовед Управления кадров федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»



Е.А. Бутакова

02.11.2015