

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию

Чиковани Натальи Зауровны

на тему: «Исследование динамики электровзрыва вольфрамовых проводников в вакууме»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08- физика плазмы.

Актуальность: Электрический взрыв проводников (ЭВП) интенсивно изучается более века, но несмотря на большое количество работ, интерес к изучению данного явления сохраняется до настоящего времени. ЭВП представляет собой комплексное физическое явление, что затрудняет создание детальной математической модели электровзрыва проводников. Актуальность диссертации заключается в том, что она направлена на развитие модели физических механизмов ЭВП. Изучение ЭВП представляет интерес как с точки зрения фундаментальных вопросов поведения металлов вблизи критической точки и термодинамики фазовых переходов, так и для решения прикладных задач, например, генерации мягкого рентгена или получения наночастиц.

Диссертационная работа Чиковани Н.З. посвящена разработке диагностических методик, позволяющих исследовать динамику электровзрыва вольфрамовых проводников в вакууме. Целью работы является изучение динамики электровзрыва и поиск условий для хорошей воспроизводимости экспериментов.

Научная новизна заключается в разработанных оригинальных диагностических методик, позволяющих детально исследовать параметры плазмы, образующейся при электровзрыве вольфрамовых проводников. Также в диссертации впервые применена методика «спектрального пирометра», используемая для определения температуры продуктов ЭВП по экспериментально регистрируемой форме непрерывной части спектра. Детально исследована природа возникновения пиков интенсивности оптического излучения при ЭВП, в том числе светового «эха», возникающего после электровзрыва. Исследованы основные закономерности этого нового явления.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанные методики подготовки эксперимента позволяют в значительной мере улучшить воспроизводимость получаемых экспериментальных данных. Разработанный диагностический комплекс и методика «спектральный пирометр» могут использоваться для всестороннего исследования параметров низкотемпературной плазмы, образующейся при ЭВП.

Достоверность представленных в настоящей диссертационной работе экспериментальных результатов, основана на использовании общепринятых диагностических методик и высокой статистической достоверности результатов.

Структура диссертации: диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Она изложена на 114 страницах, включая 46 рисунков, 3 таблицы и список цитируемой литературы из 80 наименований.

Во **введении** автором обосновывается актуальность исследований, проводимых в рамках данной диссертационной работы, приводится обзор научной литературы по изучаемой проблеме, формулируется цель, ставятся задачи работы, формулируются научная новизна и практическая значимость представляемой работы.

В **первой главе** даётся обзор экспериментальных и теоретических работ, посвященных электрическому взрыву металлических проводников в вакууме.

Во **второй главе** приведена схема и параметры экспериментальной установки по изучению ЭВП «Гелиос». Автором диссертации описана методология подготовки проволок и разрядной камеры к эксперименту, включающая в себя очистку их поверхностей. Также подробно описан комплекс диагностических методик, используемых в эксперименте, в основном оптических.

Третья глава диссертации посвящена измерениям температуры продуктов электровзрыва металлических проводников. В данной главе подробно описана методика «спектрального пирометра», с помощью которой можно экспериментально измерять температуру продуктов ЭВП по непрерывной составляющей спектра. Автор определяет температуру плазмы по отношению интенсивностей отдельных вольфрамовых линий. Полученные разными способами значения температур хорошо согласуются между собой.

Четвертая глава посвящена исследованию динамики оптического излучения, возникающего при электровзрыве. В работе отмечается, что интенсивность оптического излучения имеет сложную форму с тремя ярко выраженными пиками интенсивности. Было показано, что форма оптического излучения зависит от параметров электровзрыва. Отличительной чертой диссертационной работы является исследование третьего пика интенсивности оптического излучения, обозначенный автором как световое «эхо», который возникает на ~ 200 мкс после начала электровзрыва. Автором работы были получены следующие закономерности в исследовании этого явления: вспышка света возникает в момент, когда конденсаторная батарея полностью разряжена; световое «эхо» наблюдается только при перекрытой вакуумной откачке; световое «эхо» наблюдается при диаметре вольфрамовой проволоки более 100 мкм; при «горячем старте» максимум светового «эхо» сдвигается вправо по шкале времени; при уменьшении скорости ввода энергии также наблюдается запаздывание появления светового «эхо»; время появления светового «эхо» с хорошей точностью линейно зависит от диаметра разрядной камеры; свечение в момент светового «эхо» резко неоднородно и носит объемный характер.

В целом диссертация представляет собой завершённый научный труд и вносит несомненный вклад в исследования динамики электровзрыва проводников, но при этом она не лишена некоторых недостатков.

В третьей главе диссертации, описывающей методику «спектрального пирометра» показано наличие надпланковской части непрерывного спектра в диапазоне длин волн $350 \div 500$ нм, представлена ее зависимость от диаметра взрываемого проводника, но не выдвинуто никакого физического объяснения о причине ее возникновения.

В третьей главе высказано предположение об объемном характере излучения из-за образования наночастиц вольфрама. Как будет зависеть характеристики свечения от размеров образовавшихся наночастиц?

В четвертой главе указано, что момент электровзрыва проволоки принято связывать с максимумом напряжения. Как можно объяснить такую связь?

В четвертой главе представлены закономерности появления светового «эхо», однако не описывается природа данного явления.

Указанные замечания не являются принципиальными, они не противоречат основным выводам, сформулированным в работе, и не уменьшают научную значимость выполненного исследования.

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, которые в полной мере отражают содержание и результаты работы.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Чиковани Натальи Зауровны «Исследования динамики электровзрыва вольфрамовых проводников в вакууме» является завершённым научно квалификационным трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Работа базируется на достаточном числе научных данных, экспериментах и расчетах, в объеме, соответствующем требованиям ВАК, основные положения четко и ясно сформулированы. Полученные автором результаты достоверны, выводы обоснованы и адекватно отражают суть и результаты работы. Диссертант, Чиковани Наталья Зауровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08- физика плазмы.

Официальный оппонент,
Начальник отдела Радиофотоники,
НИЦ Телекоммуникаций МФТИ (Физтех),
Доктор физико-математических наук

С.Н. Андреев

Подпись руки
ЗАВЕРЯЮ:
АДМИНИСТРАТОР КАНЦЕЛЯРИИ
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОТДЕЛА
О. А. КОРАБЛЕВА

