

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Балданова Баира Батоевича
«Источники неравновесной аргоновой плазмы на основе
слаботочных высоковольтных разрядов»

В работе исследуются различные формы слаботочных разрядов атмосферного давления в потоке аргона в конфигурации электродов острие – плоскость, а также применение разрядов для стерилизации и обеззараживающей обработки. Данная тематика сейчас интенсивно развивается в значительном числе главным образом зарубежных групп. С одной стороны, исследования стимулируются недостаточным уровнем понимания нестационарных процессов, протекающих в разрядах типа коронного и в разрядах, где происходит переход от короны к искре либо к тлеющему разряду.

С другой стороны, имеются разнообразные направления применений слаботочных разрядов. Одно из направлений связано с тем, что при наличии потока газа на выходе электродной системы формируется так называемая плазменная струя (plasma jet). Фактически струя представляет собой поток активных частиц, который может использоваться для разнообразных применений, включая биомедицинские применения, рассматриваемые в настоящей диссертации. Если в системе Web of Science провести поиск по запросу “low temperature plasma jet» (низкотемпературные плазменные струи), то в период с 2015 г. по 2017 г. получим 342 наименования статей в высокорейтинговых журналах. Все это безусловно говорит об актуальности темы диссертации.

Работа изложена на 237 страницах текста, включает список литературы из 320 наименований и достаточное количество иллюстраций, способствующее пониманию сути излагаемого материала. В списке литературы представлено большинство значимых научных коллективов, связанных с тематикой исследований настоящей работы.

Отмечу кратко основные направления работ и полученные по ним результаты, которые представляют интерес и нашли отражение в научных положениях, выносимых на защиту.

При исследовании отрицательного коронного разряда в аргоне установлено, что режим протекания тока представляет собой последовательность регулярных импульсов с длительностью, лежащей в миллисекундном диапазоне. Дана непротиворечивая интерпретация данного режима.

Получены новые данные по переходу от импульсно-периодического режима коронного разряда к тлеющему разряду. Показано, что разряд при атмосферном давлении в потоке аргона может существовать как стационарный тлеющий, причем на тлеющий разряд случайным образом накладываются импульсы слаботочные искровые разряды. Именно такие условия протекания тока наиболее целесообразно использовать в устройствах для инактивации микроорганизмов.

Результаты исследований переходных форм разряда позволили целенаправленно управлять режимами горения, в том числе и реализовать режим практически стационарного тлеющего разряда при применении многоострижных катодов и омической развязки катодов с помощью балластных сопротивлений.

Разработан малогабаритный источник низкотемпературной холодной аргоновой плазмы, который был применен для стерилизации и обеззараживающей обработки.

Получены условия обработки вполне приемлемые для практических применений в биомедицине.

В целом, эксперимент и интерпретация данных проведены на достаточно современном уровне. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Научные положения, сформулированные по результатам, выводы и рекомендации также представляются вполне обоснованными.

По диссертации имеются некоторые замечания, главным образом связанные с терминологией, применяемой автором. В частности, используется термин «тлеющий разряд атмосферного давления на основе коронного разряда». В принятой классификации тлеющий и коронный разряды – это разные типы разрядов и неясно как один может быть на основе другого.

На стр. 11 утверждается, что при ограничении тока балластным сопротивлением «реализуется особая форма нестационарного разряда – слаботочный искровой разряд». Это вполне понятно. Однако далее говорится про падающую вольтамперную характеристику такого разряда. Вообще-то понятие вольтамперной характеристики применимо лишь к стационарным разрядам, когда в любой момент времени определенному току разряда соответствует определенное напряжение (как, например, на рис. 4.22). В рассматриваемом случае речь идет никак не о вольтамперных характеристиках, а о характерном виде осциллограмм тока.

Несмотря на отмеченные недостатки, материал в целом изложен качественно, и стиль изложения вполне приемлемый. Результаты опубликованы в рейтинговых изданиях (27 статей из журналов перечня ВАК), а также доложены на престижных международных конференциях. Имеются два акта об использовании результатов диссертационной работы.

Считаю, что работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторской диссертации, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Б. Б. Балданов, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Отзыв подготовил зав. лабораторией низкотемпературной плазмы
Института сильноточной электроники СО РАН
д. ф.-м. н., профессор

Юрий Дмитриевич Королев

Подпись Королева Ю.Д. удостоверяю
Ученый секретарь Института, д.ф.-м.н.



И. В. Пегель

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН)
Россия 634055 г. Томск, проспект Академический, 2/3