

ОТЗЫВ

на диссертацию ЗОЛОТУХИНА Дениса Борисовича
«ГЕНЕРАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЧКОВОЙ И
ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ
МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНОГО
ДВИЖЕНИЯ», представленной в виде научного доклада на
соискание ученой степени доктора физико-математических
наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника

Несмотря на достаточно большое количество публикаций, касающихся формирования газоразрядной и пучковой плазмы, в том числе и при повышенных до форвакуумного уровня давлений, применение систем, генерирующих плазму в таких условиях для модификации поверхностей материалов остаётся незначительным. Это обусловлено нестабильностью электронного пучка в таких условиях и недостаточной повторяемостью условий обработки и получаемых результатов. Разработки стабильно работающих систем генерации плазмы в форвакуумном диапазоне открыло возможность для развития технологий модификации материалов не только в упрощенных вакуумных условиях, но обработки керамик и создания керамических покрытий. Вместе с тем, технологическая пригодность систем генерации и обоснованный выбор режимов обработки остаются мало изученными, что в этой части делает работу **актуальной**. Кроме этого, развитие технологических основ применения плазменных источников электронов для формирования диэлектрических покрытий с целью увеличения ресурса электрореактивных микродвигателей и формирование на основе этого предложений по улучшению эксплуатационных характеристик таких систем является **востребованным** и соответствует перечню приоритетных практико-ориентированных задач в космической отрасли.

В научном докладе представлен широкий спектр результатов экспериментальных и теоретических исследований по определению механизмов формирования пучковой и разрядной плазм, степени влияния на их параметры свойств материала диэлектрической и модельной мишеней, объяснению механизмов формирования потенциала мишени и способов управления ее температурой и потенциалом. Все это в совокупности обеспечивает **научную значимость** и создаёт предпосылки для разработки промышленных технологий обработки диэлектрических материалов электронным пучком. **Особый интерес** представляют оригинальные методики косвенной оценки параметров плазмы и свойств диэлектрических материалов в условиях разряда, распространения пучка и модификации

поверхности материала. Дополнительным подтверждением **практической значимости** является ряд результатов по обеспечению повышения ресурса и тяговой мощности электрореактивного микродвигателя.

Достоверность результатов обусловлена рядом как известных, так и разработанных оригинальных, применяемых методик по определению параметров плазмы и измерению свойств различных объектов на стендах, в частности микродвигателей.

Вместе с тем, при изучении научного доклада возникает ряд вопросов.

1. В докладе отсутствует описание (насколько стандартных?) методик зондовых измерений в плазме, поэтому возникает вопрос о достоверности измерения электронной температуры, особенно в пучковой плазме со столь высокой точностью. Представляется, что спектральные методики, которые применялись в данной работе, в других целях были бы уместнее и в этой части исследований.
2. Остается непонятным, как и почему потенциал мишени влияет на ее коэффициент вторичной электронной эмиссии, поскольку изменение ее потенциала влияет в первую очередь на перераспределение потоков из плазмы, а не только на энергию ускоренных электронов.
3. В тексте доклада присутствуют фразы, которые требуют пояснения, например, на стр. 20 «...наличие рабочего газа в объеме преобразует состав поверхности и способно оказать влияние на величину ВЭЭ...». За счёт адсорбции? Тогда как влияет состав форвакуумной атмосферы?
4. Остается непонятным зачем управлять потенциалом диэлектрической мишени, поскольку диапазон этого изменения за счет дополнительного электрода очень мал и не может оказать существенного влияния, например, на температуру объекта.
5. В работе не указано как применялись отдельные результаты исследований, например, механизмов теплоотвода от мишени через державку и других, при реализации конкретных технологий.

В целом, объем проведенных разноплановых исследований, доказательная экспериментальная база и достаточно обоснованные теоретические положения, подтвержденные широкой гаммой экспериментальных данных, свидетельствуют о высокой квалификации соискателя. Замечания по тексту доклада имеют частный характер и затрагивают основные научные положения диссертации. Считаю, что

работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Золотухин Д.Б. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальностям 01.04.04 – физическая электроника.

Директор
ГНУ «Физико-технический
институт НАН Беларуси»,
доктор физико-математических наук,
доцент



В.Г. Залесский

РБ, 220141, г. Минск,
ул. Академика Купревича, 10
+375 29 325-07-35
v.zaleski@mail.ru

Подпись Залесского В.Г. заверяю
Зав. отделом КиПР



О.К. Михно