

## Отзыв на автореферат диссертации

Юшкова Юрия Георгиевича

«Электронно-лучевое нанесение многофункциональных диэлектрических покрытий форвакуумными плазменными источниками», выполненной в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР) и представленной на соискание доктора технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

Диссертационная работа Юшкова Юрия Георгиевича «Электронно-лучевое нанесение многофункциональных диэлектрических покрытий форвакуумными плазменными источниками» посвящена актуальной теме – разработке технологий модификации поверхностей деталей и устройств, функционирующих в условиях интенсивных механических, тепловых и коррозионных воздействий.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки эффективных и экономически оправданных методов создания поверхностных покрытий на основе твердотельных сплавов: оксидов, нитридов или боридов, обеспечивающих высокую твердость, температурную и коррозионную стойкость. Именно сочетание всех этих свойств является ключевым требованием для современного машиностроения. Плазменно-пучковые технологии создания многофункциональных покрытий в вакууме или разреженном газе находят все большее распространение при решении этой задачи.

К достоинствам рецензируемого автореферата можно отнести «классический», в лучшем понимании этого термина, подход к решению задачи. Четкая постановка задачи, грамотный выбор и разработка методов и контрольно-измерительного инструментария для проведения исследовательской работы (в частности, разработанный обращенный времяпролетный масс-спектрометр), разработка оригинальных экспериментальных установок, глубина и охват представленного экспериментального результата, характеризуют автора как состоявшегося высококвалифицированного ученого. Особо хотелось отметить большой

объем количественных характеристик исследованных процессов, таких как: электронно-лучевой нагрев, плавление и испарение диэлектрических мишеней с использованием форвакуумного плазменного источника непрерывного пучка электронов; синтез диэлектрических покрытий на металлической поверхности методом электронно-лучевого испарения твердотельных непроводящих покрытий (керамики и бора); азотирование поверхности металлов и свойства полученных нитридных слоев. Определена оптимальная плотность мощности электронного пучка для нанесения многофункциональных покрытий методом электронно-лучевого испарения твердотельных диэлектрических материалов. Показано, что на начальном этапе электронно-лучевого нагрева поверхности диэлектрических материалов в форвакуумной области давлений теплопроводность рабочего газа дает возможность управлять нагревом поверхности, регулируя давление и род газа. Показано, что при энергии электронного пучка порядка нескольких кеВ увеличение его плотности тока и повышение давления газа приводит к сглаживанию профиля распределения потенциала на поверхности диэлектрика и уменьшению этого потенциала до значений, близких к потенциалу земли. Показано, что этот процесс имеет пороговый характер. Определены параметры испарения алюмооксидной керамики, при которых формируются непроводящие поверхности, по своему составу соответствующие испаряемому веществу. При этом достигается значение микротвёрдости поверхности равное 15 ГПа.

Отдельно необходимо отметить ясность и грамотность изложения материала. Хотелось бы рекомендовать автору выпустить монографию по результатам представленных работ.

Достоверность и новизна результатов подтверждена публикацией в рецензируемых журналах, апробацией проведенной работы на международных научных конференциях. Разработанные технические решения и методы защищены четырьмя патентами РФ на полезную модель и двумя свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ. Результаты работы достаточно полно изложены в большом количестве статей, входящих в Перечень ВАК, при этом 18 из них опубликованы в журналах, входящих в первый и второй квартили базы данных научного цитирования Web of Science.

Считаю, что в диссертации Юшкова Ю.Г. сформулирована, всесторонне изучена и решена актуальная и важная научно-техническая проблема, связанная с комплексным исследованием вопроса электронно-

