

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Колосовского Данила Антоновича

по теме: «Влияние газодинамики разлета продуктов лазерной абляции на процесс осаждения и свойства проводящих покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Представленный автореферат посвящён исследованию процессов газодинамического разлёта продуктов лазерной абляции и их влияния на формирование тонких и сверхтонких проводящих покрытий. Работа находится на стыке механики разреженных газов, физики плазмы и технологий тонкоплёночных материалов, что определяет её междисциплинарный характер и актуальность.

Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки методов формирования прозрачных проводящих покрытий малой толщины, востребованных в современной микро- и нанoeлектронике. Традиционные подходы, основанные на модификации свойств подложки, имеют ряд ограничений, в связи с чем предложенное в работе рассмотрение влияния газодинамических факторов представляется своевременным и обоснованным.

В автореферате представлены результаты комплексного исследования, включающего как экспериментальные работы, так и численное моделирование. Особое внимание уделено анализу параметров потока частиц, формирующегося при лазерной абляции, включая их кинетическую энергию, поток и взаимодействие с фоновым газом. Показано, что данные параметры в значительной степени определяют механизм роста плёнки и её морфологические свойства.

Существенным результатом работы является установление ключевой роли соотношения кинетической энергии осаждаемых частиц и их потока как определяющего параметра формирования проводящих структур. Выявлена немонотонная зависимость свойств сверхтонких плёнок от давления фонового газа, связанная со сменой режимов газодинамического переноса. Также показано влияние геометрических параметров процесса, в частности площади лазерного пятна и расстояния мишень–подложка, на характеристики формируемого потока.

Следует отметить использование метода прямого статистического моделирования Монте-Карло для описания неравновесных процессов

переноса в разреженных средах, что позволило получить количественную информацию о динамике частиц.

Полученные результаты имеют как фундаментальное значение для развития представлений о нестационарных газодинамических течениях, так и практическую значимость для технологий формирования функциональных тонкоплёночных покрытий с заданными свойствами.

Автореферат изложен последовательно, основные результаты работы представлены в достаточном объёме и позволяют составить целостное представление о выполненном исследовании.

В целом диссертационная работа Колосовского Д.А. соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Владимир Александрович Титарев
доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник,
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН)
E-mail: vladimir.titarev@frccsc.ru
Дата 17.04.2026

В. А. Титарев

