

**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».

Диссертация посвящена исследованию газодинамических процессов, сопровождающих разлёт продуктов лазерной абляции, и их влиянию на формирование тонких и сверхтонких проводящих покрытий при наносекундном лазерном осаждении. Работа представляет интерес как для технологий тонкоплёночных покрытий, так и для фундаментальных исследований в области механики разреженных газов, описывающей перенос массы, импульса и энергии в нестационарных газоплазменных потоках.

Особое внимание уделено анализу параметров потока частиц, образующегося при абляции в вакууме и разреженной газовой среде, а также влиянию давления, расстояния «мишень–подложка» и площади лазерного пятна на транспорт и осаждение материала на кремниевые и кварцевые подложки. Рассматриваются переходы между режимами свободного разлёта, переходным и диффузионным. В работе применён метод прямого статистического моделирования Монте-Карло для анализа параметров нестационарного разреженного потока частиц и их взаимодействия с фоновым газом, что позволяет оценить структуру потока и характеристики частиц, достигающих поверхности подложки.

Результаты показывают существенное влияние параметров газодинамического переноса на механизм формирования сверхтонких металлических плёнок. Установлена немонотонная зависимость морфологии золота от давления газа, определены условия перехода между газодинамическими режимами. Определено, что ключевыми управляющими параметрами являются отношение кинетической энергии осаждаемых частиц к их потоку и площадь лазерного пятна.

Полученные данные уточняют представления о динамике нестационарных разреженных потоков и имеют потенциальное практическое значение для технологий тонкоплёночных структур микро- и нанoeлектроники. Работа Колосовского Д.А. отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы», а её автор достоин присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Титова Елена Игоревна, к.ф.-м.н.  
(1.3.8. Физика конденсированного состояния)

Научный сотрудник  
Лаборатория оптоэлектроники двумерных материалов  
Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.

titova@phystech.edu

