

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Коробейщикова Николая Геннадьевича «Газоструйные ионно-кластерные пучки: формирование, диагностика, взаимодействие с поверхностью материалов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности: 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Исследования процессов взаимодействия ускоренных ионов с поверхностью твердых тел представляют большой научный и практический интерес. В последние годы значительно увеличилось число публикаций, посвященных облучению различных материалов кластерными ионами. Такой тип ионных пучков позволяет модифицировать поверхность в нанометровом масштабе по глубине, значительно улучшать послойное разрешение при анализе поверхности методами электронной и ионной спектроскопии и др. Процессы взаимодействия атомарных и молекулярных ионов с твердым телом интенсивно изучались более 70 лет, и на сегодняшний день установлены основные механизмы взаимодействия атомных частиц с поверхностью. Однако выяснилось, что облучение материалов кластерными ионами приводит к результатам, не вписывающимся в рамки существующих моделей распыления. Поэтому **актуальность** диссертационной работы Н.Г. Коробейщикова, посвященной установлению условий формирования пучков кластерных ионов и их взаимодействия с поверхностью различных материалов не вызывает сомнений.

Ускорители кластерных ионов до недавнего времени существовали в Японии, США, Германии, Швеции. Около 10 лет назад такие ускорители начали создавать в России (НИИЯФ МГУ и НГУ). Результаты этой работы были опубликованы в 2022 году в журнале УФН. Одним из авторов статьи является автор рассматриваемой диссертации, в которой практически все представленные данные являются **новыми**. Впервые разработан метод и созданы экспериментальные стенды для диагностики потоков кластерных ионов, позволяющий определять такие важные параметры, как средний размер кластеров и плотность потока кластеров. Определено влияние условий формирования сверхзвуковой струи и ионизации потоков кластеров (давление в газовой камере, геометрические размеры элементов источника, энергия ионизирующих электронов) на массовый состав и плотность тока пучка кластерных ионов. Большую **практическую значимость** имеют представленные результаты по полировке ионными кластерными пучками поверхности оптических материалов. **Достоверность** полученных результатов подтверждается использованием современных экспериментальных методик, сравнением полученных результатов с имеющимися экспериментальными и теоретическими данными.

Полученные автором результаты докладывались на Международных научных кон-

ференциях, опубликованы в тридцати девяти статьях в рецензируемых журналах, включенных в список ВАК, Scopus и Web of Science.

Аннотация написана хорошим языком, логически выстроен и содержит достаточно иллюстративного материала

В целом диссертационная работа «Газоструйные ионно-кластерные пучки: формирование, диагностика, взаимодействие с поверхностью материалов» определяет новое научное направление, указанное в названии диссертации, и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Ее автор - Коробейщиков Николай Геннадьевич - несомненно, заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности: 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника, доцент

Ведущий научный сотрудник лаборатории «Диагностика микро- и наноструктур» Ярославского филиала Физико-технологического института им. К.А. Валиева Российской Академии Наук (ЯФ ФТИАН РАН)

Бачурин Владимир Иванович

телефон: 8-910-970-46-97, email: vibachurin@mail.ru

28 августа 2023 года

Подпись ведущего научного сотрудника ЯФ ФТИАН РАН, доктора физико-математических наук, доцента БАЧУРИНА В.И. удостоверяю

Директор ЯФ ФТИАН РАН



О.С. Трушин

Ярославский Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технологического института имени К.А. Валиева Российской академии наук (ЯФ ФТИАН РАН)

150007, г. Ярославль, ул. Университетская, д. 21, (4852) 24-65-52, email: director@yftian.ru

Я, Бачурин Владимир Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Коробейщикова Николая Геннадьевича, и их дальнейшую обработку