

Отзыв научного руководителя
доктора физико-математических наук Завестовской Ирины Николаевны
о работе Григорьевой Марии Сергеевны по кандидатской диссертации
«Исследование процессов плавления и абляции пористых материалов под
действием лазерного излучения», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная
физика

Григорьева Мария Сергеевна окончила в 2011 году Высшую школу физиков им. Н.Г. Басова ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ» с присуждением квалификации «инженер-физик» по специальности «Физика конденсированного состояния вещества». Выпускная квалификационная работа Григорьевой М.С. на тему «Теоретическое моделирование лазерной поверхностной обработки пористых металлических пленок» выполнялась в секторе теории взаимодействия лазерного излучения с веществом Отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ОКРФ ФИАН). В период с 2011 по 2014 г. Григорьева М.С. обучалась в аспирантуре ФИАН по очной форме обучения по специальности «Лазерная физика». С 2010 года является сотрудником Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, с 2021 года по настоящее время занимает должность высококвалифицированного младшего научного сотрудника лаборатории радиационной биофизики и биомедицинских технологий Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН (ОЯФА ФИАН). Работа по подготовке материала для диссертации выполнялась в секторе теории взаимодействия лазерного излучения с веществом ОКРФ ФИАН и лаборатории радиационной биофизики и биомедицинских технологий ОЯФА ФИАН.

Диссертационная работа Григорьевой М.С. посвящена актуальному направлению - исследованию физических процессов воздействия лазерного излучения на пористые материалы, лежащих в основе перспективных технологий их обработки, таких как лазерная модификация поверхности с заданными свойствами или контролируемое и воспроизводимое производство наночастиц методом лазерной абляции пористых материалов. В диссертации впервые проведено комплексное исследование всех процессов, включая нагрев, плавление и абляцию, в зависимости от режима лазерного воздействия, термодинамических и структурных характеристик пористого материала. Проведенные в диссертации исследования позволили выявить новые особенности в механизмах воздействия лазерных импульсов на пористые

материалы в зависимости от пористости и размера пор, и дать практические рекомендации по оптимизации режимов лазерного воздействия.

Впервые исследован процесс нагрева и плавления пористого материала под воздействием лазерного излучения в зависимости от температуры и степени пористости. Разработана модель проплавления при лазерной модификации поверхности пористого материала на основе механизма схлопывания пор под действием сил поверхностного натяжения, позволившая впервые определить критическую скорость плавления в зависимости от пористости материала и размера пор и толщину однородного модифицированного слоя. Для решения задач по лазерной абляции и лазерному плавлению пористых материалов был впервые использован метод молекулярной динамики (ММД). Были определены зависимости величины порога и производительности абляции от пористости материала и размера пор в широком диапазоне длин волн лазерного излучения от УФ до ИК. Установлено, что для всех рассматриваемых длин волн порог лазерной абляции для пористых образцов снижается относительно монокристаллических. Производительность лазерной абляции (количество аблированных атомов) зависит от пористости материала и размера пор. Для всех рассматриваемых длин волн при плотностях энергии близких к пороговым эффективнее аблируются мишени с меньшим размером пор. Впервые установлено, что производительность снижается с увеличением пористости материала при заданном пороге абляции. Усовершенствованная континуально-атомистическая модель ММД, включающая двухтемпературную модель pTТМ для описания динамики электронной и ионной подсистем решетки, позволила установить механизмы проплавления пористых материалов и установить снижение порога проплавления пористого материала по сравнению с кристаллическим. Для подтверждения полученных в ходе моделирования результатов была проведена экспериментальная апробация по определению порога абляции пленок пористого кремния. Таким образом, представленная диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне.

За время работы Григорьева М.С. проявила себя как состоявшийся исследователь, способный четко формулировать цель и задачи исследования, умеющий работать как самостоятельно, так и в команде. Она продемонстрировала творческое отношение к работе, высокий уровень научной подготовки, квалификацию в области математического моделирования, а также организаторские способности.

Мария Сергеевна была инициатором и ответственным исполнителем работ по гранту РФФИ № 20-02-00861 «Исследование физических процессов лазерной абляции и фрагментации наноструктур пористого кремния» (2020-2022 гг.) по тематике диссертационной работы.

Полученные в ходе диссертационной работы результаты были представлены Григорьевой М.С. лично на 17 международных и российских конференциях и симпозиумах. Мария Сергеевна является соавтором 19 публикаций в журналах, индексируемых международными базами данных Scopus и Web of Science (из них 6 публикаций лежат в основе диссертации).

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Григорьева М.С. заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

Руководитель Научно-образовательного
медицинского центра ядерной медицины
НИЦ «Курчатовский институт»,
доктор физико-математических наук
Завестовская Ирина Николаевна
НИЦ «Курчатовский институт»,
123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова,
д. 1
тел.: +7 (499) 196-77-29
e-mail: zavestovskaya_in@nrcki.ru

«10» декабря 2024 г.

Подпись Завестовской Ирины Николаевны заверяю
Главный учёный секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»,
доктор физико-математических наук
Алексеева Ольга Анатольевна

