

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Родионова Алексея Александровича

по теме: «Плазменно-индуцированные эффекты при наносекундной лазерной абляции и их роль в формировании супергидрофильных структур», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертационная работа посвящена исследованию процесса смачивания водой поверхности на металлической основе, модифицированной предварительно с помощью методов импульсной лазерной абляции и осаждения наночастиц благородных металлов из окружающей газовой среды.

Внимание уделяется оптимизации параметров импульсного лазерного излучения, условий его использования в контролируемой внешней газовой среде с целью исследования влияния осаждения на коэффициент поглощения, морфологию и свойства получаемой поверхности, включая её текстуру и свойства смачивания водой. Актуальность темы связана с необходимостью сочетания комбинированных свойств поверхности, сочетающих особую смачиваемость с высокой или низкой светопоглощающей способностью. В практическом плане особое внимание уделено исследованию возможности получения поверхностей с высокой смачиваемостью, обладающих высокой прозрачностью и повышенным коэффициентом поглощения. Области применения: биомедицинские приборы, устройства для сбора воды, интенсификации теплообмена при охлаждении высокоэнергетического оборудования и др. Работа состоит из введения и четырех глав. Исследованы особенности использования лазерного излучения с металлами и материалами на основе кремния. Дано обоснование применению метода импульсной лазерной абляции. Исследовано влияние давления и температуры фонового газа на состав композитных наноструктур, синтезированных на подложке на основе кремния и наночастиц серебра и золота. Сформулированы режимы лазерного синтеза тонких пленок оксида алюминия с супергидрофильными и гидрофобными характеристиками смачивания. Исследовано влияние внешней газовой среды и режимов импульсного лазерного воздействия на смачиваемость монокристаллического кремния с повышенным коэффициентом поглощения.

Показано, что процесс окисления продуктов лазерной абляции в основном происходит при их выносе и фрагментации в окружающем газе. При этом давление, температура и состав фонового газа оказывают определённое влияние на процесс осаждения. Окисление продуктов абляции и последующее их осаждение способствует гидрофилизации поверхности. Присутствие наночастиц золота и серебра оказывает влияние на окисление. В связи с этим большой интерес представляет предложенная автором гипотеза о локализации окисления подложки за счет каталитических свойств благородных металлов. Высокоактивное золото

усиливает окисление подложки, а менее активное серебро здесь играет контролирующую роль. Разумное сочетание этих элементов возможно позволит управлять синтезом и смачиваемостью поверхности. Установлено, что увеличение парциального давления кислорода в процессе лазерной обработки оказывает заметное влияние на окисление металлов, что способствует образованию развитой морфологии наноструктурированной поверхности. Главная цель работы, которая направлена на получение покрытий с экстремальной смачиваемостью, обладающих либо повышенной прозрачностью, либо высокими коэффициентом поглощения, автором диссертации можно считать выполненной. Проведено комплексное исследование, которое включает выбор материалов, настройку режимов лазерного воздействия, всесторонний анализ физико-химических свойств модифицированных поверхностей. Выводы по диссертации представляют интерес и заслуживают внимание.

На основании изложенного можно сказать, что представленная к защите диссертация Родионова А.А. удовлетворяет критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника» в соответствии с пунктами 9-11, 13, 14 Положения.

Доктор физико-математических наук

(1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы),

Профессор,

Главный научный сотрудник, заведующий лабораторией «Физика плазменно-дуговых и лазерных процессов» ФГБУН Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН

11.08. 2025

Ковалев Олег Борисович

Подпись Ковалева О.Б. заверяю.

Ученый секретарь



Кратова Ю.В.

Почтовый адрес: 630090, Новосибирск, ул. Институтская, 4/1.

Адрес электронной почты: kovalev@itam.nsc.ru

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН

Я, Ковалев Олег Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации (Родионова А.А.), и их дальнейшую обработку.