

## НИЗКОПороГОВЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРОБОЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ МИШЕНЕЙ

К.А. Денисенко

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.И. Олешко  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: [kad8@tpu.ru](mailto:kad8@tpu.ru)

Воздействие интенсивного лазерного излучения на газовые и конденсированные среды может сопровождаться оптическим пробоем и разрушением твердотельных мишеней. Исследования оптического пробоя вещества ведутся практически с момента создания мощных твердотельных лазеров.

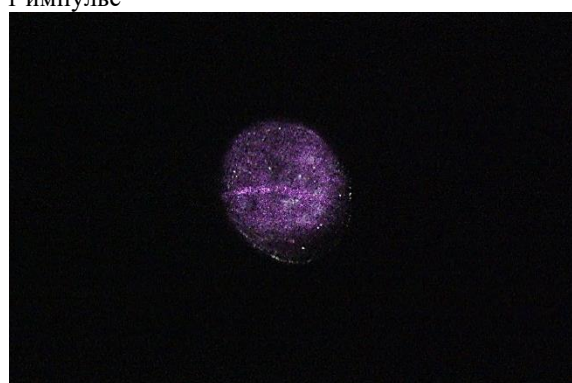
В процессе этих исследований было обнаружено интересное пороговое явление – возникновение вблизи поверхности твердого тела плазмы. Такую плазму называют приповерхностной лазерной плазмой (ПЛП). Было установлено, что интенсивность лазерного излучения, необходимое для образования ПЛП составляет  $q \sim 10^7$  Вт/см<sup>2</sup>, что на два-три порядка меньше порога оптического пробоя в воздухе в условиях отсутствия твердого тела. Исследование механизмов и выяснение причин низкопорогового оптического пробоя[1] (НОП) является актуальной задачей.



1 импульс



5 импульс



15 импульс



Фотография меди после 15 импульсов облучения

Рис.1 Фотографии свечения ПЛП при возбуждении не полированной меди (образец №1) в серии последовательных импульсов возбуждения.  $N = 1, 3$  Дж/см<sup>2</sup>

Данная работа посвящена изучению закономерностей образования приповерхностной лазерной плазмы (ПЛП), образующейся при возбуждении металлических мишеней первой гармоникой неодимового лазера ( $\lambda = 1,06$  мкм). В качестве исследуемых материалов использовались образцы из меди и титана. Образцы представляли собой пластинки, толщиной от 1 до 4 мм. Одна из сторон пластин подвергалась полировке с помощью абразива. Другая сторона пластин - формировалась обработкой на токарном станке. Образцы из меди не обрабатывались и были покрыты окислами

меди. В качестве источника возбуждения использовался YAG:Nd<sup>3+</sup>-лазер LQ929 (SOLAR Laser Systems, г. Минск), работающий в режиме модуляции добротности (1,06 мкм, 16 нс). Плотность энергии измерялась колориметром ИКТ-1Н. Средняя плотность энергии в пятне облучения изменялась от 0,5 до 5 Дж/см<sup>2</sup>.

Установлено, что возбуждение металлических мишеней лазерным пучком с плотностью потока мощности выше пороговой ( $H > 106$  Вт/см<sup>2</sup>) сопровождается образованием поверхностной лазерной плазмы (ПЛП), оптические характеристики которой (порог формирования, интенсивность, пространственное распределение, спектральный состав и кинетика свечения), определяются параметрами ЛИ (лазерного излучения), типом возбуждаемой мишени и присутствием на ее поверхности поглощающих неоднородностей (ПН), в качестве которых могут выступать физические и химические дефекты – трещины, шероховатости, дислокации, примеси и окисный слой на поверхности не обработанных металлов.

Фотографии свечения ПЛП, образующейся вблизи облучаемой поверхности не полированной медной пластины, приведены на рис. 1. Анализ фотографий и осциллограмм свечения ПЛП не полированной медной мишени в серии последовательных импульсов возбуждения (при различных  $H$ ) позволяет сделать следующие выводы. Установлено, что оптические характеристики ПЛП при низких и высоких плотностях энергии ЛИ сильно различаются. При  $H < 1,5$  Дж/см<sup>2</sup> характеристики ПЛП определяются поглощающими неоднородностями (ПН), расположенными в тонком «дефектном» поверхностном слое облучаемой мишени. Многоимпульсное возбуждение одной и той же зоны мишени приводит к полному «отжигу» дефектов. Роль поглощающих неоднородностей выполняют как химические, так и физические дефекты. Интенсивность свечения ПЛП в серии последовательных импульсов снижается на один порядок.

Наиболее интересным является вопрос о влиянии «дефектного» слоя на характеристики ПЛП. В связи с этим нами исследованы пространственные и амплитудные характеристики свечения ПЛП при низких плотностях энергии ЛИ ( $0,3 < H < 1,5$  Дж/см<sup>2</sup>). При указанных выше  $H$  эрозия основной матрицы (меди) не происходит, а испаряется только «дефектный» слой, находящийся на поверхности облучаемой медной пластины.

Результаты данной работы подтверждают наличие ПН на поверхности образца и их «отжиг» в серии последовательных импульсов. Полученные результаты исследования могут быть использованы для решения ряда прикладных проблем – диагностики оптических материалов, используемых в мощных лазерных системах, для развития методов лазерной искровой спектроскопии и при разработке лазерных технологий.

#### Список использованных источников:

1. Воробьев В. С. Плазма, возникающая при взаимодействии лазерного излучения с твердыми мишенями // Успехи физических наук. – 1993. – Т. 163. – № 12. – С. 51–83.