

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПАРЕНИЯ ПОРИСТЫХ МИШЕНЕЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЗРАЧНЫХ ОКСИДОВ И ФТОРИДОВ С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКОННОГО ИТТЕРБИЕВОГО ЛАЗЕРА

Метелев Д.Е.<sup>1\*</sup>, Платонов В.В.<sup>2</sup>, Тихонов Е.В.<sup>2</sup>, Осипов В.В.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> ИЭФ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [dmetelev.1998@mail.ru](mailto:dmetelev.1998@mail.ru)

## STUDY OF THE EVAPORATION OF POROUS TARGETS FROM HIGH- TRANSPARENT OXIDES AND FLUORIDES WITH THE HELP OF A FIBER YTTERBIE LASER

Metelev D.E.<sup>1\*</sup>, Platonov V.V.<sup>2</sup>, Tikhonov E.V.<sup>2</sup>, Osipov V.V.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> IEP UB RAS, Ekaterinburg, Russia

Experimentally investigated of the influence of the refractive index of the porous target transparent material on its evaporation by a fiber ytterbium laser. It was found that with a decrease in the refractive index of the target material from  $n = 2,12$  to  $n = 1,43$ , the delay in the appearance of the laser plume increases from 21  $\mu\text{s}$  to  $\sim 6$  ms.

Известен способ получения нанопорошков оксидов с помощью лазерной абляции. Его суть заключается в испарении лазером мишени, спрессованной из микропорошка, имеющей пористость  $\sim 50\%$ , с последующей конденсацией паров в потоке буферного газа. Полученные порошки имеют ряд достоинств: слабая агломерация, высокая чистота и малые средние размеры ( $\sim 15$  нм). Это позволяет использовать их для изготовления высокопрозрачных лазерных и оптических керамик.

В последнее время для испарения мишеней часто используют непрерывный волоконный иттербиевый лазер ( $\lambda = 1,07$  мкм). Например, с помощью такого лазера с мощностью непрерывного излучения 600 Вт и его интенсивностью на мишени  $0,4$  МВт/см<sup>2</sup> был получен нанопорошок  $Y_2O_3$  с достаточно высокой производительностью 23 г/час [1]. Однако подобные оксиды имеют очень малый показатель поглощения на длине волны 1,07 мкм ( $10^{-3} - 10^{-4}$  см<sup>-1</sup>) и для их испарения необходимо превысить порог оптического пробоя. Расчеты в работе [1] показали, что этому может способствовать рассеяние лазерного излучения пористой мишени. При этом в некоторых её локальных участках интенсивность излучения в 20 – 30 раз превышает интенсивность излучения, падающего на мишень. Важным фактором этого процесса, должен быть показатель преломления материала мишени, но экспериментально его влияние не исследовалось.

Целью данной работы является экспериментальное исследование влияния коэффициента преломления прозрачного материала такой пористой мишени на её

испарение волоконным иттербиевым лазером и, в частности, на время задержки образования лазерного факела.

Для этого использовались мишени с пористостью ~50%, спрессованные и спечённые из микропорошков прозрачных оксидов и фторидов с различными показателями преломления:  $YSZ$  ( $n = 2,12$ ),  $Nd:Y_2O_3$  ( $n = 1,9$ ),  $Al_2O_3$  ( $n = 1,75$ ),  $SiO_2$  ( $n = 1,54$ ),  $YbF_3$  ( $n = 1,6$ ),  $BaF_2$  ( $n = 1,49$ ),  $CaF_2$  ( $n = 1,43$ ). На их поверхность с помощью кварцевой линзы с фокусом  $F = 400$  мм фокусировались одиночные прямоугольные импульсы лазера ЛС-07Н с мощностью 670 Вт и длительностью 1,4 – 100 мс. После каждого импульса мишень передвигалась. Свечение образующегося лазерного факела регистрировалась фотоэлементом ФЭК-22СПУ-М, а форма лазерных импульсов измерялась pin-фотодиодом SFN2500FA.

Было обнаружено, что при испарении мишеней из веществ с достаточно высоким показателем преломления ( $YSZ$ ,  $Nd:Y_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ) время задержки образования лазерного факела достаточно мало и заключено в диапазоне 21 – 49 мкс. В тоже время для веществ с маленьким показателем преломления ( $SiO_2$ ,  $BaF_2$ ,  $CaF_2$ ) величина этого параметра оказалась на несколько порядков выше (~6 мс). Это согласуется с моделью [1]: с уменьшением показателя преломления материала мишени снижается максимальная интенсивность рассеянного излучения в некоторых ее локальных участках, что увеличивает задержки ее лазерного пробоа и начала испарения.

*Настоящая работа выполнена в рамках темы государственного задания №0389-2016-0002.*

1. В. В. Осипов, В. В. Лисенков, В. В. Платонов, Е. В. Тихонов, Квантовая электроника, 48:3, 235–243 (2018)