

# ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОБЛУЧЕНИИ ТИТАНА В ВОЗДУХЕ НА ДВУХ ДЛИНАХ ВОЛН

А.Н. Чумаков, Н.А. Босак, А.А. Иванов, Д.В. Коженевский

Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: [n.bosak@ifanbel.bas-net.by](mailto:n.bosak@ifanbel.bas-net.by)

Импульсно-периодическое воздействие лазерного излучения (ЛИ) позволяет изменять соотношение воздушной и эрозионной плазмы при увеличении частоты следования импульсов свыше 5 кГц, повышая тем самым эффективность лазерной абляции мишени в воздухе [1, 2] и генерации магнитного поля [3]. Переход к парному лазерному воздействию на гармониках Nd:YAG лазера расширяет возможности избирательного плазмообразования и абляции мишени [4]. Цель работы состоит в выяснении особенностей генерации электрических потенциалов и магнитных полей при воздействии на титан в воздухе парных импульсов ЛИ на гармониках Nd:YAG лазера.

Основу экспериментальной установки составили два Nd:YAG – лазера, генерирующие на длинах волн 1064 и 532 нм. Лазер ЛТИ – 403 ( $\lambda_1 = 1064$  нм,  $E = 77$  мДж,  $\tau = 20$  нс) обеспечивал практически одинаковую длительность и энергию импульсов с лазером LS-2130 ( $\lambda_2 = 532$  нм,  $E = 69$  мДж,  $\tau = 20$  нс). На установке реализовано двухимпульсное воздействие ЛИ на титан в воздухе с регулируемым временным интервалом между лазерными импульсами и управляемым порядком их следования. Отрицательные значения временного сдвига между лазерными импульсами на рисунках соответствуют случаю опережающего воздействия коротковолнового ЛИ ( $\lambda = 532$  нм), а положительные – длинноволнового ЛИ ( $\lambda = 1064$  нм). Эксперименты проводились при плотности мощности ЛИ  $q_{0,532} = 2,7 \cdot 10^9$  Вт/см<sup>2</sup> и  $q_{1,064} \leq 3,8 \cdot 10^9$  Вт/см<sup>2</sup> в пятне облучения  $d_n \sim 0,30$  мм.

Измерения электрического потенциала проводились с помощью электрического зонда [2]. Типичные осциллограммы электрического потенциала на поверхности мишени приведены на рис. 1. Экспериментальная зависимость амплитудных значений электрического потенциала  $U$  на мишени из титана от временного сдвига между сдвоенными импульсами воздействующего ЛИ представлена на рис. 2. Значения электрического потенциала, генерируемого при воздействии 2-го импульса ЛИ на мишень из титана, испытывают колебания в интервале от 15 до 27 В. Для регистрации магнитного поля использован датчик, представляющий собой небольшую катушку индуктивности. Типичные осциллограммы с

магнитного зонда приведены на рис. 3, а соответствующие амплитуды индукции магнитного поля – на рис. 4.

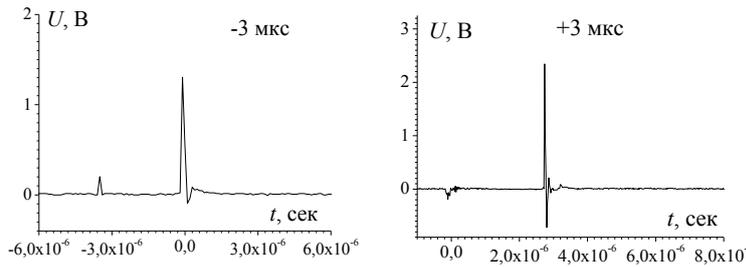


Рис. 1. Осциллограммы электрического потенциала  $U$  на мишени из титана, генерируемого воздействием парных импульсов ЛИ с длинами волн 532 нм и 1064 нм и интервалом  $\pm 3$  мкс

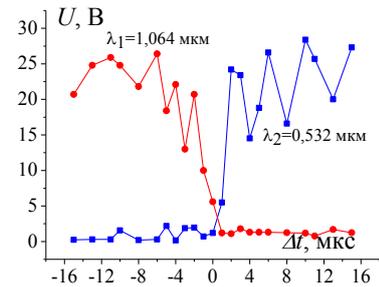


Рис. 2. Амплитуды электрических потенциалов  $Ti$  мишени при воздействии импульсов ЛИ с интервалом от  $-15$  до  $15$  мкс

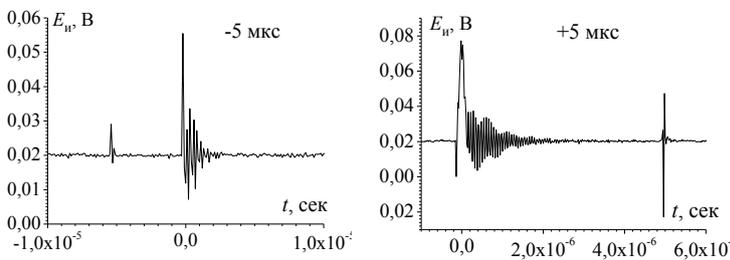


Рис. 3. Осциллограммы ЭДС, наведенной в датчике магнитного поля при воздействии на титан парных импульсов ЛИ с длинами волн 532 нм и 1064 нм и интервалом  $\pm 5$  мкс

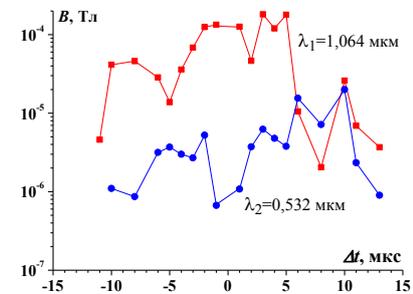


Рис. 4. Индукция магнитного поля, генерируемого при воздействии импульсов ЛИ в интервале от  $-11$  до  $13$  мкс

Двухимпульсное лазерное воздействие обеспечивает многократный рост генерируемого электрического потенциала на титановой мишени при воздействии 2-го импульса с временным интервалом от 2 мкс до 12 мкс, тогда как генерация магнитного поля наиболее эффективна при разогреве лазерной плазмы длинноволновым лазерным излучением с временным интервалом импульсов от  $-10$  мкс до 5 мкс.

1. Минько Л.Я., Чумаков А.Н., Босак Н.А. // Квантовая электроника. 1990. Т.17, №11, 1480–1484.
2. Чумаков А.Н., Авраменко В.Б., Босак Н.А. // Журнал прикладной спектроскопии. 2012, Т.79, 279–287.
3. Чумаков А.Н., Чекан П.В. // Квантовая электроника. 2015. Т.45, №3, 224–227.
4. Чумаков А.Н., Босак Н.А., Панина А.В. // Журнал прикладной спектроскопии. 2017. Т. 84, № 4, 595–602.