

УДК 535.51

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР

Учанова Д.Д. (ИТМО), Прокофьев Е. В. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Москвин М.К.  
(ИТМО)

### Введение.

Генерация лазерно-индуцированных периодических поверхностных структур (ЛИППС) представляет собой перспективный метод создания элементов дифракционной оптики благодаря возможности формирования упорядоченных микро- и наноструктур на поверхности различных материалов с высокой производительностью [1, 2]. Период ЛИППС, сопоставим с длиной волны лазерного излучения  $\lambda$  и как правило, находится в диапазоне от  $\lambda/2$  до  $\lambda$  [2].

Варьируя параметры лазерного излучения, такие как длина волны, интенсивность, длительность импульса и поляризация, можно управлять периодом, пространственной ориентацией и амплитудой структур [3]. Важным преимуществом формирования ЛИППС является возможность создания многомерных конфигураций структур за один шаг, а также реализация этого процесса на больших площадях путем сканирования поверхности лазерным пучком.

Эти характеристики делают генерацию ЛИППС многообещающим подходом для изготовления элементов дифракционной оптики, который может превзойти другие методы по эффективности, универсальности и скорости [1, 4]. В данной работе исследуется возможность использования наносекундного лазерного излучения с длиной волны 1,064 мкм для формирования ЛИППС на поверхности стали и тонких металлических пленок с целью создания поляризационных элементов и волновых пластин.

### Основная часть.

Экспериментальные исследования проводились с использованием установки МиниМаркер2, основанной на импульсном иттербиевом волоконном лазере с длиной волны  $\lambda = 1064$  нм, максимальной средней мощностью 20 Вт, длительностью импульса  $\tau = 4-200$  нс и частотой повторения импульсов от 20 до 99 кГц. Для селекции и управления линейной поляризацией лазерного излучения после коллимирующей системы были установлены призма Глана-Тейлора и полуволновая пластинка. Перемещение по полю обработки в направлениях X и Y осуществлялось с помощью гальванометрической сканирующей системы, после чего пучок фокусировался объективом плоского поля с фокусным расстоянием 216 мм. Диаметр сфокусированного пучка составлял 50 мкм на уровне  $1/e^2$ . В результате синхронизации скорости сканирования и изменения ориентации линейной поляризации во время лазерного сканирования были получены высокоупорядоченные структуры с линейной и радиальной симметрией. Полученные структуры исследовались с помощью оптической микроскопии в скрещенных поляризаторах, что позволило определить их поляризационные свойства.

### Выводы.

Исследована возможность управления параметрами ЛИППС (периодом, ориентацией, амплитудой) на поверхности материалов путем варьирования скорости сканирования и поворота линейной поляризации лазерного излучения. Траектория движения лазерного пучка влияет на морфологию полученной поверхности, что позволяет создавать различные структуры. Изготовлены прототипы поляризационных элементов, таких как линейный поляризатор, полуволновая и четвертьволновая пластинка. Полученные результаты

демонстрируют возможность точного задания пространственной ориентации ЛИППС по площади сканирования, что может быть использовано для создания элементов дифракционной оптики с заданными характеристиками.

Финансирование исследования выполнено за счет НИРСИИ Университета ИТМО (проект №640114 Метод синтеза параметров обработки материалов на основе строгих (математических) и нестрогих (машинных) предсказаний).

**Список использованных источников:**

1. Skoulas E. et al. Laser induced periodic surface structures as polarizing optical elements //Applied Surface Science. – 2021. – Т. 541. – С. 148470.
2. Bonse J., Kirner S. V., Krüger J. Laser-induced periodic surface structures (LIPSS) //Handbook of laser micro-and nano-engineering. – 2020. – С. 1-59.
3. Durbach S., Hampp N. Scan direction of circularly polarized laser beam determines the orientation of laser-induced periodic surface structures (LIPSSs) on silicon //Applied Physics Letters. – 2022. – Т. 121. – №. 25.
4. San-Blas A. et al. Femtosecond laser fabrication of LIPSS-based waveplates on metallic surfaces //Applied Surface Science. – 2020. – Т. 520. – С. 146328.

Учанова Д.Д. (автор)

Подпись

Москвин М.К. (научный руководитель)

Подпись