

УДК 535.421

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ ЛАЗЕРНЫХ ТРЕКОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР: ЭФФЕКТ БЛИЗОСТИ

Прокофьев Е. В. (ИТМО), Москвин М. К. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Романова Г. В.
(ИТМО)

Введение. Технологические трудности записи уникальных защитных голограмм, а также мастер-голограмм, в случае их тиражирования, заставляют искать новые пути формирования оптических микронных и субмикронных структур. Под защитной голограммой понимается специальная голограмма, восстанавливающая в белом свете видимые изображения, с особыми эффектами объема, движения и содержащая скрытые защитные признаки [1]. Традиционные методы записи защитных мастер-голограмм являются технология дот-матрикс, основанная на интерференционной записи [2], или электронно-лучевой литография [3]. Однако, со всеми преимуществами данных методов, запись одной защитной голограммы всё ещё занимает долгое время, а процесс очень требователен к условиям записи. В настоящей работе показано влияние конфигурации сканирования и перекрытия лазерных треков на формирование микроструктур, которые используются для записи защитных голограмм технологией ЛИППС. Научная проблема, на которую направлена работа, состоит в исследовании изменения направления микроструктур от конфигурации сканирования и перекрытия. Образование микроструктур в данном исследовании основано на формировании лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур (ЛИППС) субволнового периода. Благодаря этому исследованию, в дальнейшем, возможно будет управлять направлением ЛИППС в зоне контакта лазерных треков.

Основная часть. Для решения исследовательских задач настоящей работы было проведено лазерное воздействие на образец при нормальных условиях. Реализована схема обработки на базе коммерчески доступной установки МиниМаркер-2 с волоконным наносекундным лазером (IPG-Photonics), максимальная средняя мощность 20 Вт, длина волны 1064 нм, частота повторения импульсов от 20 до 99 кГц. Для контроля поляризации лазерного излучения были дополнительно установлены волновые пластины (полуволновая пластинка в случае контроля линейной поляризации, четвертьволновая пластинка в случае изменения эллиптичности и создания круговой поляризации) установленные на круговой вращатель, синхронизированный с гальванометрической сканирующей системой. Гальванометрическая сканирующая система обеспечивает высокую скорость сканирования (до 8700 мм/с) по осям X/Y. Пучок сфокусирован F-theta линзой с фокусным расстоянием 216 мм. Диаметр сфокусированного пучка 2ω на уровне $1/e^2$ составляет 50 мкм.

В ходе исследования была произведена запись микроструктур с различными направлениями плоскости поляризации относительно направления трека сканирования (перпендикулярно и сонаправленно треку сканирования). А также рассмотрено взаимодействие треков друг с другом при их пересечении.

Выводы. В рамках данной работы было проведено исследование изменения направления микроструктур от конфигурации сканирования и перекрытия на поверхности нержавеющей стали AISI 304.

Список использованных источников:

1. Одинокоев С. Методы и оптико-электронные приборы для автоматического контроля подлинности защитных голограмм. – Litres, 2022.
2. Cheremkhin P. A. et al. Adaptive Digital Hologram Binarization Method Based on Local

Thresholding, Block Division and Error Diffusion //Journal of Imaging. – 2022. – Т. 8. – №. 2. – С. 15.

3. Firsov A. et al. Fabrication of digital rainbow holograms and 3-D imaging using SEM based e-beam lithography //Optics Express. – 2014. – Т. 22. – №. 23. – С. 28756-28770.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, Проект № 21-79-10241, научной подготовки бакалавров, магистрантов и аспирантов в рамках выполнения научно-исследовательских работ на базе Физико-Технического Мегафакультета Университета ИТМО и при поддержке программы «Приоритет 2030».