

УДК 535.421

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАПИСИ ЗАЩИТНЫХ ГОЛОГРАММ НА
ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ЗА СЧЁТ ФОРМИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНО-
ИНДУЦИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР**

Прокофьев Е. В. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – Москвин М. К.
(Университет 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.

Научная проблема, на которую направлена работа, состоит в разработке перспективного способа формирования микронных и субмикронных структур на металлах. Предлагаемый метод основан на формировании лазерно-индуцированных периодических поверхностных структур (ЛИППС) периодом равным или меньше длины волны лазерного излучения. Причем благодаря этому методу, возможно, записывать как высокоупорядоченные, так и стохастические структуры, что формирует уникальность идентификационной метки

Основная часть. Для решения 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 объективом плоского поля. Диаметр сфокусированного пучка 2ω на уровне $1/e^2$ составляет 50 мкм.

Желаемая геометрия ЛИППС записывается на поверхности металла, за счет связи ориентации линейной поляризации в пучке и сканирования по полю обработки при помощи разрабатываемого программного обеспечения. Синхронизировав угловую скорость вращения ω , вектора пластины $\lambda/2$, со скоростью сканирования лазерного пучка V возможно переключать направления ЛИППС. Разрабатываемое программное обеспечение обеспечивает синтез защитного знака по цифровому изображению с возможностью настройки элементарных дифракционных решеток для реализации визуальных и структурных защитных признаков. Таким образом, программное обеспечение реализовывает комбинацию параметров сканирования и поляризации лазерного излучения с возможностью контроля формируемых рисунков.

Выводы. В рамках данной работы была разработана технология создания защитных голографических изображений на поверхности нержавеющей стали AISI 304. Продемонстрирована основная база голографических эффектов, которые возможно воссоздать при помощи ЛИППС.

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.

Прокофьев Е. В. (автор)

Подпись

Москвин М. К. (научный руководитель)

Подпись