

УДК 544.032.65

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТНОЙ МАРКИРОВКИ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Домакова В.А., Авилова Е.А., Рамос Веласкес А., Синев Д.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Синев Д.А.

(Университет ИТМО)

Введение. Маркировка является перспективным методом для идентификации и защиты изделий в различных отраслях промышленности, позволяя ограничить распространение контрафакта, а также создать необходимое декоративное изображение, которое будет сохраняться в процессе эксплуатации изделия. Большинство методов защиты изделий задействуют фотополимерную технологию для создания неподделываемых наклеек или травление кислотосодержащими пастами по трафарету. Эти способы имеют недостатки, которые заключаются в низкой разрешающей способности и монохромности нанесенного изображения, а также недостаточной устойчивости таких меток к внешним воздействиям. Частично эти проблемы решает маркировка изделий посредством прямой записи сканирующим лазерным пучком, которое характеризуется высокой эффективностью, бесконтактностью, локальностью воздействия и вариативностью настраиваемых параметров. Однако и этот метод не лишен недостатков — основную трудность для современных лазерных технологий представляют термомеханическая хрупкость стекла при нагреве и его оптическая прозрачность [1], которая ограничивает количество подходов к его обработке. Кроме того, существующие методы сопровождаются формированием трещин из-за перегрева дефектных областей [2] и одноцветностью нанесенных изображений [3], что не гарантирует достаточную степень защиты изделий с таким видом маркировки. Настоящая работа посвящена созданию метода, способного расширить возможности защитной маркировки оптически прозрачных твердых материалов.

Основная часть. В данной работе рассмотрена возможность маркировки стеклянных изделий посредством формирования лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур (ЛИППС), которая может обеспечить дополнительную степень защиты продукции. Высокая управляемость этих структур и яркие структурные цвета, доступные для получения, способствуют высокой защите изделий от фальсификации. В основе создания метки лежит двухэтапная обработка, включающая в себя обратный локальный лазерный перенос покрытия на поверхность стекла с использованием металлической мишени и повторное облучение нанесенной пленки в режимах формирования ЛИППС. На обоих этапах обработки была использована коммерчески доступная технологическая установка «Минимаркер-2» на базе волоконного импульсного иттербиевого лазера с длиной волны $\lambda = 1064$ нм и максимальной средней мощностью $P = 20$ Вт. Для определения оптимального режима создания таких меток при фиксированных параметрах повторного лазерного облучения был проведен поиск материала мишени и режима переноса материала мишени, удовлетворяющего формированию ЛИППС. В качестве такого материала исследовались латунь, сталь и титан. На основе анализа оптических микрофотографий полученных структур посредством 2D быстрого преобразования Фурье, были выявлены зависимости геометрических характеристик структур от параметров лазерного воздействия. Полученные результаты создают научно-технический задел для последующих разработок защитных знаков на оптически прозрачных материалах.

Выводы. В настоящей работе показана возможность метода формирования ЛИППС на оптически прозрачных материалах, нанесенных с целью их цветной маркировки. По результатам экспериментов был получен период структур, который находится в диапазоне от 0,65 мкм до 0,97

мкм в зависимости от материала мишени. Исследуемый подход поможет решить проблему одноцветности меток, так как посредством корректирования поляризации и параметров лазерного луча представляется возможным управление визуальными эффектами ЛИППС. В совокупности данный метод может быть использован для создания защитных знаков на стеклянных изделиях или других оптически прозрачных материалах.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект № 21-79-10241.

Список использованных источников:

1. Вейко В. П., Заколдаев Р. А., Веласкес А. Р. Лазерная маркировка прозрачных материалов и изделий из них //Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и на транспорте–2020: тр. XXVIII Междунар. – 2020. – С. 27.

2. Курилов М. В. Исследование влияния параметров лазерного излучения DPSS лазера нового поколения с длиной волны 532 нм на маркировку стекла. //Четвертая Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая весна 2011: Машиностроительные технологии» // МГТУ им. Н.Э Баумана. – 2011.

3. Ramos-Velazquez A. et al. Laser-induced micro-scale polychrome marking of glass materials //Materials Letters. – 2023. – Т. 343. – С. 134372.