

УДК 535.421

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ВИЗУАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ ЗА СЧЁТ ЛАЗЕРНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Прокофьев Е.В. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.т.н., Одинцова Г.В.
(Университет ИТМО)

В работе рассмотрено лазерное формирование поверхностных периодических структур на поверхности металлов при изменении направления вектора поляризации лазерного излучения. Структурирование производилось с помощью импульсного волоконного лазера с длиной волны 1,06 мкм. Реализовано создание поверхностных периодических структур со сложной формой записи (окружности, векторные рисунки) и контролируемым направлением визуально наблюдаемого градиента дифракционного цвета.

Введение. Модификация поверхности при помощи импульсного лазерного воздействия позволяет формировать структурную окраску на широком спектре материалов. Формирование цвета на поверхности материалов возможно за счёт создания различных структурных форм на поверхности материалов. Подходы к формированию цвета возможно разделить на три основные группы по физическим эффектам: интерференция, дифракция и плазмонные эффекты. Данная работа посвящена формированию дифракционной решётки за счет формирования ЛИППС на поверхности металла. Механизм формирования ЛИППС связан с генерацией поверхностных электромагнитных волн (ПЭВ) на поверхности материала приводящей к неоднородному температурному полю в фокальной области. Результат и характер поверхностных периодических структур зависит от различных параметров воздействия таких как длительность воздействия, плотность энергии, поляризация, а также от параметров материала, на который воздействуют лазерным излучением.

ЛИППС имеют широкие перспективы применения в микромеханике, оптоэлектронике, биомедицине и т. д., потому что благодаря размеру и форме ЛИППС материал приобретает уникальные функциональные характеристики. Таким образом, возможно применение данных структур для точного задания определённых свойств поверхности, например: цвета поверхности (структурный цвет).

Нерешенными проблемами остаются автоматизация технологии создания ЛИППС и управлении поверхностных периодических структур в процессе сканирования.

Основная часть. Экспериментальные исследования проводились на импульсном иттербиевом волоконном лазере с длиной волны 1,06 мкм, средней мощностью 20 Вт, частотой повторения импульсов 20-99 КГц, длительностью импульсов 4-200 нс. Для управления поляризацией в систему дополнительно были установлены линейный поляризатор (призма Глана-Тейлора) и полуволновая пластина. Пластина была установлена на круговой подвижке, которая приводилась в движение при помощи шагового двигателя. Были сформированы ЛИППС на поверхности нержавеющей стали AISI 304. Период данных структур равен 1 мкм. А это значит, что данные структуры могут работать, как дифракционные решетки в видимом диапазоне. После чего для формирования визуальных эффектов была произведена синхронизация изменения поляризации лазерного излучения со скоростью сканирования. Что было реализовано через построение матрицы сканирования X/Y с присваиванием каждому элементу матрицы значения поворота поляризации. Запись структур производилась как при линейном, так и радиальном сканировании.

При изменении направления поляризации во время сканирования, направления структур плавно изменялись в соответствии с заранее заданной матрицей. То есть, при изменении азимутального угла и угла падения, визуально наблюдаемый цвет также смещался в соседнее местоположение по направлению X в соответствии с матрицей ориентации ЛИППС. Этот

сдвиг происходил из-за изменения ориентации ЛИППС, свет дифрагировал преимущественно от поверхностных периодических структур с векторами решётки, параллельными источнику света в плоскости ЛИППС. В результате были достигнуты плавные переходы дифрагированного естественного света.

Выводы. В ходе работы рассмотрен способ формирования изображений за счёт контроля ЛИППС во время лазерного сканирования. А также был спроектирован макет для управления углом поворота полуволновой пластины. Что позволяет формировать сложные дифракционные решетки с изменяющимся направлением структуры. В результате чего были достигнуты плавные переходы дифрагированного света, что может быть использовано для создания защитных идентификационных меток на поверхности металлов.

Прокофьев Е.В. (автор)

Подпись

Одинцова Г.В. (научный руководитель)

Подпись