

Лазерное формирование биомиметических структур для окрашивания металлов

Филиппов А. А., ГБОУ лицей № 623 им. И. П. Павлова, Санкт–Петербург.
Рыбальченко Л. М., ГБОУ гимназия № 85, Санкт–Петербург.
Научный руководитель - Москвин М.К., Университет ИТМО, Санкт–Петербург.

Одним из способов формирования окраски в живой природе является создание структурного цвета. Пример такой окраски - крыло бабочки *Morpho peleides*. Её голубой цвет создается на чешуйках крыла, за счёт работы светоотражающей дифракционной решетки [1]. Следующим примером являются цветовые эффекты, вызванные интерференцией света на системе тонких пленок. Благодаря чему формируются радужные цвета, цвета побежалости, наблюдающиеся на металлах и минералах [2]. Благодаря этим оптическим явлениям материалы приобретают красочные структурные цвета, отличные от истинного цвета самого материала.

В работе демонстрируется создание структурного цвета на стали AISI 304 посредством воздействия на её поверхность лазерного излучения. Для выполнения задачи был использован импульсный иттербиевый волоконный лазер (длина волны 1,064 мкм, длительность импульса 4-200 нс, средняя мощность 20 Вт, частота излучения 1,6 - 100 кГц).

Формирование структурного цвета осуществлялось методом линейного сканирования лазерного пучка по поверхности образца с перекрытием по осям X/Y. В результате лазерного воздействия создавались оксидные пленки на поверхности стали, крупномасштабные рельефы, соответствующие перекрытию лазерного излучения периодом более 10 мкм, а так же мелкомасштабные, соответствующие периоду длины волны лазерного излучения. Равномерное формирование оксидных слоев и периодических структур зависит от параметров воздействия лазерного излучения. Был определен температурный диапазон формирования мелкомасштабного рельефа, который лежит на границе плавления материала, и составил он 1430° С для стали AISI 304. При увеличении температуры поверхности происходило плавление материала и образование оксидов, которое вело за собой уничтожение мелкомасштабных структур. Направление микроструктур так же зависело от поляризации лазерного излучения. Таким образом можно контролировать структурирование в зависимости от параметров воздействия лазерного излучения. В результате, из-за дифракции и интерференции света в оксидных слоях и на периодических структурах были получены яркие цветные элементы на поверхности стали, которые могут плавно изменять свой цвет с изменением угла наблюдения. Также демонстрируется возможность создания движущихся эффектов с использованием динамического изменения ориентации структур.

Эта технология имеет большой потенциал для многочисленных промышленных применений. В частности, её можно использовать в идентификационной маркировке какой-либо продукции и в хранении оптических данных. При тщательной настройке структурных элементов могут быть достигнуты яркие и контрастные цвета, что позволяет сочетать структурные элементы и создавать защитную маркировку со скрытой информацией.

1. Ding Y., Xu S., Wang Z. L. Structural colors from *Morpho peleides* butterfly wing scales //Journal of applied physics. – 2009. – Т. 106. – №. 7. – С. 074702.

2. Кричевский Г. Е. Структурная окраска //Химия и жизнь–XXI век. – 2010. – №. 11. – С. 13-15.