

УДК 544.032.65, 544.537

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТА НА ПОВЕРХНОСТИ СЕРЕБРА ВСЛЕДСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Морозова А.А.(ИТМО), Лутошина Д.С. (ИТМО), Нгуен Т.А. (ИТМО), Андреева Я.М.
(ИТМО), Сергеев М.М. (ИТМО)

Научный руководитель – к. т. н. Одинцова Г.В. (ИТМО)

В данной работе рассматривается механизм формирования цвета на поверхности серебра в результате импульсного лазерного воздействия с наносекундной длительностью импульсов. Изучено влияние параметров лазерного воздействия на физические процессы, протекающие во время нагрева материала подложки.

Введение. В настоящее время наиболее перспективным лазерным способом окрашивания драгоценных металлов является метод формирования наночастиц драгоценных металлов, обладающих плазмонными свойствами. Однако, проблемой данной технологии окрашивания является защита получаемых цветных изображений от воздействия внешних факторов. С течением времени, а также после взаимодействия с различными видами веществ структуры изменяют оптические свойства поверхности. Исследование механизма формирования цвета направлено на разработку способов защиты цветных изображений на поверхности драгоценных металлов.

Основная часть. Технология получения цвета на поверхности металла за счет синтеза наночастиц с плазмонными свойствами заключается в нагреве материала подложки до температур, превышающих температуру кипения. В результате лазерного нагрева часть материала испаряется, а другая часть осаждается из парогазовой фазы обратно на поверхность образца в виде наночастиц с разным размером и распределением. При этом принято считать, что наночастицы, вносящие вклад в образование цвета в видимом спектре излучения, имеют размер до 200 нм. Для подробного изучения механизма формирования наночастиц с данными свойствами, а также эффектов, возникающих в результате применения данной технологии, были созданы образцы, лазерное воздействие на которых проводилось построчно с различным перекрытием и временем нагрева по одной координатной оси.

Для исследования использовался образец, представляющий собой пластину серебра 999 ювелирной пробы, толщиной 2,5 мм. В качестве лазерного источника нагрева был использован волоконный иттербиевый лазер с наносекундной длительностью импульса и длиной волны излучения 1,06 мкм.

Результат лазерного воздействия был исследован методом оптической микроскопии, спектроскопии и методом скоростной видео съемки. Было проведено исследование областей с изменением оптических свойств. Согласно полученным результатам, в центре нагреваемой области цвет практически не наблюдается. Данная область, предположительно, включает наночастицы, имеющие плазмонные свойства, но их концентрация мала, вклад в образование цвета незначительный. В зоне, находящейся на расстоянии от 20 до 50 мкм от центра нагреваемой области, на поверхности находятся наночастицы с плазмонными свойствами в высокой концентрации. В дальней зоне, на расстоянии 40 - 180 мкм от центра наблюдаются оксидные пленки переменной толщины.

Выводы. В результате данной работы было проведено исследование механизма формирования цвета на поверхности серебра с помощью лазерного воздействия наносекундными импульсами. Результаты исследования могут быть направлены на разработку способов защиты цветных изображений на поверхности драгоценных металлов.

Морозова А.А. (автор)
Одинцова Г.В. (научный руководитель)

Подпись
Подпись