

УДК 004.932, 681.78

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЦВЕТНЫХ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

Голобородько Л.И. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чертов А.Н. (Университет ИТМО)

В докладе представлены результаты исследования особенностей построения систем мультиспектрального анализа и обработки спектральных изображений. Предложена оригинальная конструкция макета мультиспектральной оптико-электронной системы для диагностики цветных драгоценных камней.

Введение. Диагностика цветных драгоценных камней сегодня является крайне трудоемким и длительным процессом, требующим использования большого количества высокоточного оборудования для обеспечения достоверности результата исследования. Кроме того, разнообразие цветных драгоценных камней таково, что для каждой группы камней геммологическими лабораториями разрабатывается уникальная методика диагностики. Наиболее показательными диагностическими свойствами любого цветного драгоценного камня являются его спектральные характеристики, а также микроскопические включения, дефекты и локальные неоднородности структуры. Именно поэтому мультиспектральный метод исследования полагается крайне перспективным – благодаря его применению можно выявить спектральные маркеры как для самого камня, так и для отдельных его областей и включений.

Структура имеющихся на рынке мультиспектральных систем определяется спецификой области их применения. Так, большинство систем построено по схеме линейного сканирования и предназначено для дистанционного зондирования Земли или контроля качества продукции над промышленным конвейером, и для лабораторных исследований мелких прозрачных объектов такие устройства не подходят. Системы спектрального сканирования как правило ограничены одним набором из 3-10 спектральных каналов, и потому не могут быть использованы для нескольких групп цветных драгоценных камней одновременно.

С учетом специфики применения был сформулирован ряд требований к разрабатываемой системе. Первым и основным требованием к системе является неразрушающее воздействие на образец. Далее следуют возможность анализа прозрачных объектов и возможность изменения набора спектральных каналов в зависимости от решаемой задачи. Определено, что система должна работать в видимом и ближнем ИК-диапазоне по принципу технического зрения. Размер зоны анализа принят равным 50x50 мм, размер наименьшего объекта анализа – 5x5 мм, а размер минимально значимого объекта (например, включения в камне) – 0,1x0,1 мм. Также рабочее расстояние решено принять не более 150 мм, а минимальный коэффициент пропускания анализируемого образца – 10%.

Основная часть. Исходя из вышеописанных требований предлагается использование схемы спектрального сканирования (т.е. единовременного захвата всей пространственной информации последовательно для каждого спектрального канала) в проходящем свете. Наиболее подходящими для решения поставленной задачи являются схема с барабаном светофильтров и схема с перестраиваемыми фильтрами, так как они позволяют изменять набор спектральных каналов в широком диапазоне, подстраиваясь под конкретную задачу. Для построения макета лучше подходит схема с барабаном светофильтров. Это обусловлено ее модульностью и отсутствием сложных электронных компонентов. Предлагаемая конструкция включает в себя систему подсветки, расположенную в основании устройства и закрытую корпусом, предметный столик и управляемый барабан светофильтров, закрепленные на корпусе, камеру с объективом, зафиксированную на стойке, крепящейся к основанию.

В качестве источника излучения используется лампа накаливания ОП-6-15, свет от которой при помощи конденсора из двух плоско-выпуклых линз и отражателя направляется на объект, расположенный на прозрачном предметном стекле. Далее свет проходит через один из светофильтров, закрепленных на барабане, поворачивающемся управляемым шаговым двигателем. Затем свет через объектив KOWA LN75HC попадает на КМОП-матрицу CMV4000.

Выводы. В результате проведенной работы была разработана конструкция макета мультиспектральной системы для геммологической диагностики. На данном макете могут быть проверены методика проведения исследований, наборы спектральных диапазонов и алгоритм обработки спектральных изображений.

Преимуществами разрабатываемой системы являются компактность устройства, скорость анализа, возможность унификации методов диагностики различных групп камней.

В дальнейшем данное устройство может быть интересно как ювелирным магазинам, желающим подтвердить качество предлагаемых товаров, так и ювелирным и гранильным производствам для контроля качества сырья.

Голобородько Л.И. (автор)

Подпись

Чертов А.Н. (научный руководитель)

Подпись