

УДК 535.24

Разработка и исследование энергетических характеристик оптической системы для обнаружения объектов субмиллиметрового масштаба

Комисаров В.А. (Университет ИТМО), **Чеботарев А.А.** (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., Кукушкин Д.Е. (Университет ИТМО)

Научный консультант – к.т.н., Синева Д.А. (Университет ИТМО)

В настоящей работе исследуются оптические системы, используемые в лазерной системе идентификации мелкоразмерных деталей. С помощью микроскопа-спектрофотометра (ЛОМО МСФУ-К) были определены коэффициенты отражения исследуемой детали, а также окружающих её деталей. Далее исследованы оптические системы с различным набором компонентов для получения максимального отражения от объектов.

Введение. Вследствие ускорения технологических процессов путём внедрения автоматизированных систем управления в производственные цепочки на предприятиях стоит задача разработки оптических датчиков для контроля различных процессов. Разработка оптической системы датчика сопровождается этапом моделирования и получением наиболее удовлетворительных характеристик, которые в дальнейшем будут использоваться для прототипирования образцов устройств. К сожалению, существующие на рынке решения либо имеют недостаточную точность, либо дороги.

Основная часть. Целью настоящей работы является подбор компонентов оптической схемы и моделирование компонентов в программном обеспечении ZEMAX OpticStudio в непоследовательном режиме для исследования их энергетических характеристик. Основные особенности, которые следует учесть при проектировании оптической схемы:

- неизвестные энергетические коэффициенты отражения исследуемого образца и фона;
- неизвестный спектральный состав отражения;
- большая угловая расходимость источника оптического излучения;
- ограничения по габаритам расположения оптических элементов;
- ограничения по расстоянию от оптической системы до объекта исследования;
- ограничения по мощности источника оптического излучения;
- засветка от корпуса и составных частей изделия, которая может превышать энергию излучения, пришедшую от объекта исследования.

Для учёта всех особенностей при разработке оптической схемы проводился ряд экспериментов. Энергетические коэффициенты и спектральный состав отражения определены с помощью микроскопа-спектрофотометра МСФУ-К производства ЛОМО. Таким образом, в зависимости от данных характеристик подобраны экспериментальные источники излучения с определённым спектральным составом и мощностью не превышающую максимально допустимую (лазерные диоды).

Для компенсации большого углового расхождения источников оптического излучения подобраны оптические компоненты, которые концентрируют излучение на объекте исследования, а также компоненты, которые фокусируют оптическое излучение на приёмнике оптического излучения. Для того, чтобы учесть отражение от окружающих деталей в программное обеспечение помещена модель устройства с составными частями, которые создают рассеянное излучение. Таким образом, исследована мощность, которая отражается от окружающих деталей и объекта исследования. Так как объект исследования может смещаться и не попадать в область максимальной концентрации энергии от источника, исследованы случаи со смещённым объектом.

Выводы. В работе исследованы отражающие свойства материалов, подобраны элементы оптической схемы и разработана оптическая схема. Определён коэффициент диффузного отражения объекта исследования и окружающих его деталей. Проведено моделирование оптических схем в программном обеспечении ZEMAX OpticStudio в различных конфигурациях. Определены оптимальные мощности источников оптического излучения, которые составляют от 0,5 до 2 Вт. Также определены номинальные расстояния от оптической системы до объекта исследования от $L = 90\text{--}150$ мм. Исследование показало, что излучение, приходящее от фона в 2 раза меньше излучения приходящего от объекта исследования вместе с фоном. Полученные результаты в дальнейшем будут использованы для прототипирования датчика, основанного на моделируемой оптической схеме.

Авторы благодарят Физико-технический Мегафакультет Университета ИТМО за грантовую поддержку научных и исследовательских работ магистров и аспирантов (НИРМА).