

УДК 681.786.3, 535.312.3, 004.94

ОПТИЧЕСКОЕ АНАМОРФИРОВАНИЕ ДЛЯ СХЕМЫ ЭНКОДЕРА ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Виссарионова Е.С., Бобе А.С., Кузнецов В.Н. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научные руководители - к.т.н Дейнека И.Г., к.т.н Мухтубаев А.Б., к.т.н Васильев А.С. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Работа направлена на разработку оптической схемы энкодера линейного перемещения в рамках выполнения проекта по гранту “Master of Data Product Development”. На основании входных данных разработана оптическая схема, включающая в себя анаморфирование изображения кодирующей структуры для увеличения точности определения линейного перемещения. Обоснование выбора оптических компонентов производилось исходя из расчета компьютерной модели, синтезирующей ожидаемое изображение кодирующей структуры на линейный фотоприемник Hamamatsu S13131-1536. Возможность использования рассчитанных оптических компонентов также определялась габаритами считывающей головки энкодера, допустимыми для энкодера линейных перемещений открытого типа.

Введение. На сегодняшний день параметры оптических датчиков линейного перемещения зарубежной компании Renishaw типа VIONiC и QUANTiC превосходят остальные мировые аналоги в части точности системы и максимальной скорости перемещения. Отечественные фирмы не производят аналогичные по техническим параметрам оптические линейные энкодеры открытого типа, несмотря на наличие рынка и высокий спрос на высокоточные оптические энкодеры. Целью работы является разработка и исследование оптической схемы с анаморфированием изображения для обеспечения высокой скорости перемещения и минимальной погрешности в системе разрабатываемого энкодера микронной и субмикронной точности.

Основная часть. Структурно разрабатываемый оптический энкодер состоит из источника оптического излучения, оптической схемы, кодирующей структуры и линейного фотоприемника Hamamatsu S13131-1536. В качестве кодирующей структуры используется металлическая лента с периодической штриховой структурой. Ширина штриха кодирующей структуры составляет 10 мкм, период структуры - 20 мкм, ширина реперной метки 200 мкм. Свет, проходя через оптическую схему, частично отражается или поглощается кодирующей структурой и попадает на линейный фотоприемник. С помощью анаморфирования производится сжатие длины штрихов - интегрирование по вертикали, что приводит к увеличению контрастности и уменьшению количества ошибок, вызванные из-за неидеальности поверхности кодирующей структуры, грязи и качества записи штрихов.

Оптическая схема энкодера смоделирована в программном обеспечении Zemax на основе компонентов, позволяющих расположить изображение кодирующей структуры на линейном фотоприемнике сжимая при этом длину штриха с помощью цилиндрической линзы. Для подсветки кодирующей структуры под прямым углом в оптической схеме используется светоделительный кубик. Подсветка под прямым углом позволяет использовать излучение меньшей мощности, по сравнению с излучением для угловой подсветки. Также использование подсветки под прямым углом упрощает конструкцию считывающей головки энкодера.

Для проецирования изображения штрихов на фотоприемник был рассчитан линзовый объектив с увеличением 10 крат. Числовая апертура системы равна 0,24, линейное поле в пространстве изображений составляет 8,4 мм, что соответствует размеру

фоточувствительной области фотоприемника. Рассчитанный объектив позволяет получить контраст, равный 0,3, для частоты 25 линий на мм в пространстве изображений.

На основе разработанной схемы была разработана предварительная конструкция считывающей головки энкодера с возможностью оптимизации габаритов за счет использования зеркала. Наибольший продольный размер конструкции составляют не более 140 мм, а поперечный размер зависит от использования зеркала в сборной конструкции.

Выводы. В рамках работы была создана компьютерная модель на основе анаморфирования с использованием светоделительного кубика. По результатам компьютерного моделирования для разрабатываемого энкодера рассчитаны параметры оптической системы, длина оптической системы (от кодирующей структуры до фотоприемника) составляет 110 мм. Получено ожидаемое изображение кодирующей структуры на детекторе, изображение одного штриха составляет 19 пикселей на фотоприемнике. Разработана конструкция считывающей головки энкодера минимальных габаритов.

Реализованные компьютерные модели создают задел для проектирования относительного оптического энкодера открытого типа, а также в краткие сроки позволяют провести оценку применимости оптических узлов и конструктивных решений при заданных технических требованиях.