

МЕТОД МИНИМИЗАЦИИ ОШИБКИ ПОДРАЗБИЕНИЯ АБСОЛЮТНОГО ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ КОМПЛЕКСОВ ВЫСОКОТОЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

М.Х. Цветкова (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), С.Ю. Ловлин (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), А.Г. Маматов (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)
Научный руководитель – А.А. Абдуллин (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Краткое введение, постановка проблемы.

В сложных технических устройствах, правильность функционирования которых напрямую зависит от точности перемещения рабочего органа, зачастую применяются системы следящего электропривода. На системы следящего электропривода ложится задача обеспечения требуемого качества перемещения рабочего органа в условиях наличия упругих связей в конструкции, воздействия нелинейных и гармонических возмущений, изменения параметров устройства в процессе эксплуатации. Системы прецизионного следящего электропривода широко применяются в машиностроении, робототехнике, электронной индустрии, измерительной технике и других наукоемких отраслях промышленности. Важной составной частью прецизионного следящего электропривода является измерительная система, основанная на высокоточном датчике углового положения вала электрического двигателя. Наличие ошибок определения угловых перемещений электропривода, зачастую не позволяет достичь требуемых технических характеристик устройства. Настоящая работа посвящена исследованию источников ошибок определения углового положения, характерных для оптических датчиков положения, применяемых в системах прецизионного следящего электропривода.

Цель работы.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма оценки и минимизации ошибок определения угловых перемещений электропривода, возникающих при использовании оптического датчика положения и не связанных с точностью конструктивной установки датчика.

Базовые положения исследования.

Для достижения обозначенной цели решаются следующие задачи:

- анализ возможных причин появления ошибок определения углового положения электропривода при использовании оптического датчика положения;
- выявление причин появления ошибок определения углового положения электропривода, не связанных с конструктивной точностью и правильностью сборки устройства и установки датчика;
- анализ частотных характеристик ошибок определения углового положения электропривода и возможностей их алгоритмической компенсации;
- разработка алгоритма оценки и минимизации ошибок определения углового положения электропривода.

Промежуточные результаты.

Причины появления ошибок определения углового положения электропривода связаны с корректностью сборки узла устройства, на котором установлен датчик (радиальное биение подшипников, деформации кручения вала, соединяющего контролируемый элемент с датчиком) и корректностью изготовления и установки непосредственно оптического датчика положения (неравномерность нанесения масштабных штрихов, ошибки интерполяции, несоосность оси вращения контролируемого элемента и оси измерительной шкалы датчика). Влияние большинства из них необходимо устранять конструктивно, посредством более точной сборки соответствующего узла и установки датчика.

С точки зрения алгоритмической компенсации, наибольший интерес представляют ошибки, вызванные несовершенством считывающей головки оптического датчика положения. Разрешающая способность оптического датчика положения конструктивно определяется количеством масштабных штрихов, нанесенных на измерительную шкалу. В случае если требуется более высокое разрешение, необходимо прибегать к интерполяции (подразбиению) выходного сигнала датчика. Любая нелинейность интерполяции ведет к возникновению периодической ошибки, которую также называют ошибкой подразбиения (sub-divisional error/SDE). При низкой частоте резонанса механической части устройства такая ошибка может усугубить резонанс системы. Ошибка подразбиения является конструктивной особенностью датчика, поэтому не может быть скомпенсирована регуляторами системы управления электропривода. Она описывается периодической функцией с частотой основной гармоники $2\pi/N$ рад/с, где N – количество масштабных штрихов.

Основной результат, практические результаты.

В настоящем исследовании был проведен анализ частотных характеристик ошибки подразбиения оптического датчика положения и предложен алгоритм ее оценки и минимизации. Алгоритм основан на оценке амплитуд и фаз гармоник, входящих в состав ошибки подразбиения, при помощи метода наименьших квадратов. Полученная таким образом функция аппроксимации позволяет скомпенсировать данную ошибку и с высокой точностью определить истинное значение угла поворота электропривода.

Достоинством предложенного алгоритма является то, что он не требует установки дополнительных считывающих головок, а также использования дополнительного калибровочного оборудования и позволяет оперативно решить задачу компенсации ошибки подразбиения оптического датчика положения в системах прецизионного электропривода.