

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ БАЛОЧНОГО ДАТЧИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКЦИИ КРЕПЛЕНИЯ

Гушин Иван Фёдорович

Аспирант

Факультет МИАТ УлГУ, Ульяновск, Россия

E-mail: i.f.gushchin@kbarm.ru

Научный руководитель — Седова Наталья Олеговна

Реализация алгоритмов управления предполагает наличие средств регистрации физической величины, дальнейшего её преобразования, использования в алгоритме управления, получения нового управляющего сигнала и выдачу управляющего сигнала в исполнительное устройство. Измерительные приборы, цифровые и аналоговые, обладают свойствами (ограничениями): диапазоном измерения, ценой деления шкалы, точностью и повторяемостью измерения, физическим законом, лежащим в основе измерений.

Балочные тензо-датчики широко используются в настоящее время для измерения веса в бытовых и ювелирных весах. В качестве чувствительного элемента используется тензорезистор. Под действием внешней изгибающей силы, балка деформируется, и длина поверхностей балки изменяется. Физическим явлением, лежащим в основе измерений, является изменение электросопротивления вместе с изменением геометрии (удлинения) тензорезистора, выражаемое в простом случае как:

$$\frac{\Delta R}{R} = GF \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

и сопоставляемое этому удлинению из закона Гука:

$$\Delta L = kF$$

Реализуется, как правило, удлинение нескольких, параллельных тонких проводов, расположенных вдоль направления удлинения (предположим вдоль некоторого направления x), тогда можем записать:

$$\Delta L = \int_{t=0}^1 ({}^x l(t) - l_0(t)) dt \quad (1)$$

т.е. полное удлинение проводника есть сумма элементарных удлинений, вычисленных вдоль нормирующей величины t .

В случае использования тензорезисторов в конструкциях, допускающих смещение в нескольких направлениях, наблюдается расхождение зарегистрированного усилия и реально приложенного в интересующем направлении. Такое расхождение приводит к некорректным выводам системы управления и некорректно работающей системе в целом. Вид уравнения удлинения в случае сложного воздействия будет похожим, только с заменой удлинённого вдоль x элементарного участка $^x l(t)$ на удлинённый в двух направлениях (предполагаем, что тензорезистор остаётся плоской фигурой): $^{x,y} l(t)$

В статье изложено расширение модели тензорезистора на случаи скручивания и воздействия на балку в направлении, перпендикулярном к “основному” и приводящему к паразитному удлинению. Проведено численное моделирование изменения геометрии балки (выполненной из алюминия) и рассчитаны сопротивления тензорезистора, изогнутого в соответствии с формой поверхности модельной балки. Результаты численного моделирования сравнили с величинами, измеренными на физической балке с параметрами, близкими к параметрам численного моделирования.

В рамках изложенной модели предлагаются варианты размещения дополнительных групп тензорезисторов с целью регистрации изменений по нескольким направлениям и более точному расчёту воздействующих усилий.

В конце статьи обсуждаются полученные результаты и даются предположения об источниках расхождения наблюдаемых и ожидаемых результатов.