***Е.А. Маргацкая, асп.; С.Г. Воронин, д.т.н., проф.***

 ***ЮУрГУ, Челябинск***

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

**ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА И ДАТЧИКА**

**МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ**

**ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ПОЛОЖЕНИЮ**

В настоящее время датчики перемещения получили широкое распространение в самых разнообразных областях, что вызвало появление множества классов датчиков, которые различаются по принципу действия, точности, цене и другим параметрам. По принципу действия датчики перемещения могут быть емкостными, оптическими, индуктивными, вихретоковыми, ультразвуковыми, магниторезистивными, потенциометрическими, магнитострикционными, на основе эффекта Холла. Выбор датчика должен основываться, прежде всего, на требованиях, предъявляемых к разрабатываемому устройству, таких как точность, условия применения, габаритные размеры, стоимость и другие. В том случае, если приоритетным критерием являются массогабаритные показатели, то среди перечисленных типов датчиков в настоящем исследовании рассматривается датчик Холла и оптический датчик.

Датчик холла представляет собой датчик, работающий на эффекте Холла, суть которого заключается в том, что при помещении в магнитное поле некоторого проводника с постоянным током, в этом проводнике возникает поперечная разность потенциалов [1].

На уровне программной реализации измерения перемещения посредством датчика Холла требуется знание его выходной характеристики, которая может быть получена опытным путем. Эта характеристика представляет собой зависимость $U\_{дх}(x\_{я})$ выходного напряжения датчика, которое может быть обработано АЦП микроконтроллера, от расстояния до сигнального элемента, в качестве которого может быть использован постоянный магнит. В большинстве случаев характеристика носит нелинейный характер и вывод ее аналитической зависимости практически не представляется возможным. В таком случае, конечно, целесообразно прибегнуть к процедуре аппроксимации, что в свою очередь также приводит к определенным трудностям. В том случае, если проводить достаточно точную аппроксимацию путем разбивания характеристики на множество участков, это ведет к значительному усложнению алгоритма программы и увеличению времени вычисления. С другой стороны, в случае приближенной аппроксимации существенно снижается точность вычислений. Выходом из данной ситуации может послужить только наличие линейной выходной зависимости, на вид которой в большей степени оказывают влияние форма, размеры и материал магнита.

Исследование процесса повышения линейности характеристики датчика Холла рассматривается в данной работе в рамках реализации обратной связи для электропривода клапана выдоха аппарата искусственной вентиляции легких [2, 3].

Исследование влияния формы магнита на вид выходной характеристики датчика целесообразно проводить относительно двух плоскостей: перпендикулярной и параллельной линиям магнитной индукции сигнального элемента, при условии аксиальной намагниченности. Наиболее адекватное реальному электромеханическому устройству математическое описание можно получить при решении полевой задачи. Поэтому построение зависимостей магнитной индукции, считываемой датчиком, от конфигурации сигнального элемента проводится в *Ansoft Maxwell* – программном обеспечении, которое базируется на методе конечных элементов и точно рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах [4, 5].

В плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции рассматривались следующие типовые математические формы магнита: правильный треугольник, квадрат, круг, эллипс. Для комплексной оценки также оценивался характер влияния величины площади каждой формы на вид выходной характеристики датчика.

В плоскости параллельной линиям магнитной индукции исследование проводилось для сигнального элемента цилиндрической формы, поскольку при данном типе сечения из рассмотренных характеристика наиболее полно приближается к линейной. В данном случае в верхнем основании магнита выполнялись вырезы различной глубины *h* сферической, конической и параболической форм.

В качестве совокупного результата проведенного исследования возможно выделить несколько закономерностей для повышения линейности выходной характеристики датчика Холла посредством изменения конфигурации сигнального элемента:

1. В плоскости перпендикулярной линиям магнитной индукции магнит цилиндрической формы при увеличении его диаметра наиболее полно приближает зависимость $B\_{дх}(x\_{я})$ к линейной.

2. Однако увеличение площади сечения приводит к ухудшению точности позиционирования, что справедливо для любого типа сечения магнита.

3. Увеличение высоты магнита приводит к искажению линейности выходной характеристики датчика.

4. В плоскости перпендикулярной линиям магнитной индукции наиболее линейной выходной характеристики можно добиться при выполнении выреза параболической формы глубиной ориентировочно 1:3 относительно высоты магнита.

**Оптический бесконтактный датчик,** регистрирует изменение светового потока в контролируемой области**,** связанное с изменением положения в пространстве каких-либо движущихся частей механизмов и машин, отсутствия или присутствия объектов. **Такой датчик** состоит из двух функциональных узлов, приемника и излучателя, которые могут быть выполнены как в одном корпусе, так и в различных корпусах [6].

Относительно устройства, для которого проводится исследование, по типу действия рациональным является установка диффузионного светоотражающего оптического датчика. В таких датчиках источник оптического сигнала и его приёмник находятся в одном корпусе. Приёмник учитывает интенсивность луча, отражённого контролируемым объектом. Дальность действия зависит от отражательных свойств объекта и может быть определена с помощью поправочного коэффициента. Паспортные выходные характеристики диффузионных оптических датчиков [7], представляющих собой зависимости выходного напряжения фотодиода от расстояния до объекта, как правило носят нелинейный характер с ярко выраженным максимумом. В данном случае вид выходной зависимости непосредственно зависит от взаимного расположения системы приемник - излучатель, которое включает в себя межцентровое расстояние S, угол наклона излучателя $β$ и угол наклона приемника $γ$.

Для исследования перечисленных параметров на вид выходной характеристики была составлена математическая модель датчика, реализованная в программном пакете Delphi. Алгоритм построен на итерационном процессе, когда рассматривается некоторое количество лучей света, выходящих от излучателя под разными углами с разной интенсивностью, и под каким углом с какой интенсивностью, согласно геометрической модели, они попадают на линзу приемника. В результате построения соответствующих графиков можно выделить следующие характерные особенности:

1. Увеличение межцентрового расстояния приводит к смещению максимума характеристики в положительную сторону по оси расстояния до объекта и в то же время к уменьшению диапазона выходного напряжения датчика.

2. Изменение угла наклона приемника носит обратный характер влияния на выходную характеристику датчика: при его увеличении максимум смещается в отрицательную сторону по оси расстояния, а диапазон выходного напряжения существенно увеличивается. При этом также увеличивается чувствительность датчика при малых перемещениях.

3. Изменение угла наклона приемника не оказывает влияние на положение максимума, однако значительно ухудшает диапазон выходного напряжения.

Подводя обобщенный итог исследования следует отметить, что невозможно однозначно рекомендовать определенный датчик для измерения малых линейных перемещений, однако можно вывести некоторые общие закономерности. Так, оптический датчик инвариантен к электромагнитным помехам, однако в при его использовании можно добиться линейности выходной характеристики лишь в некотором диапазоне. С другой стороны, повышение линейности выходной характеристики датчика Холла за счет изменения конфигурации сигнального элемента сложнее в реализации, чем изменение геометрии системы светодиод - фотодиод. Также использование малогабаритного приемника оптического датчика свидетельствует о его малых выходных токах, что в свою очередь требует установки дополнительной схемы усилителя и экранирования от помех. Таким образом, необходимо для измерения малых перемещений, необходимо выбирать датчик, учитывая особенности его установки и режим использования.

**Библиографический список**

1. **Трофимова Т.И.** Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 506 с.

2. **Шабуров П.О., Маргацкая Е.А.** Электропривод клапана выдоха аппарата искусственной вентиляции легких. Электротехнические системы и комплексы: междунар. сб. науч. трудов. – 2012. – Вып. 20. – С. 83-90.

3. **Шабуров П.О., Маргацкая Е.А.** Smart lungmotor: активный клапан выдоха. Вестник ЮУрГУ. Серия "Энергетика". - 2013. - т.13. - № 1. - С.154 - 159

4. **Ansoft Corporation.** Ansoft Maxwell 3D Field Simulator v11 User’s Guide. J. of Computer-Mediated Communication, 2005. URL: http://www.slideshare.net/EraBrown/ansoft-maxwell-3d-v11-user-guide (дата обращения: 20.10.2013).

5. **Помогаев Г.В., Согрин А.И., Лютов М.А.**Применение метода конечных элементов для расчета электромагнита тормоза инвалидной коляски. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Энергетика. – 2005. – № 9, Вып. 6. – С. 108-109.

6. **Густав Олссон, Джангуидо Пиани.** Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с

7. **Avago technologies.** HSDL - 9100. Surface - Mount Proximity Sensor. Data Sheet, 2009. URL: http://www.avagotech.com/docs/AV02-2259EN (дата обращения: 01.02.2014).