



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Робототехника и мехатроника»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к лабораторной работе

«Исследование работы индуктивных датчиков конечных положений рабочих органов мехатронных систем и роботов»

Авторы
Мартынов В.В.,
Круглова Т.Н.,
Череватенко В.А.

Ростов-на-Дону, 2015



Аннотация

Рассматриваются принцип работы, конструкция, схемы включения, основные параметры, достоинства и недостатки, области применения индуктивных датчиков щелевого и торцевого типов. Проводится экспериментальное исследование различных способов включения таких датчиков, определение характеристик их срабатывания.

Для студентов дневной формы, обучающихся по направлению 221000 «Мехатроника и робототехника» подготовки бакалавров, профили «Мехатроника» и «Роботы и робототехнические системы».

Авторы

к.т.н., доцент В.В. Мартынов

к.т.н., доцент Т.Н. Круглова

доцент В.А. Череватенко





Оглавление

1. Цель работы	4
2. Используемые приборы и оборудование.....	5
3. Элементы теории.....	6
4. Основные параметры и схемы подключения индуктивных датчиков	9
5. Программа работы.....	10
6. Контрольные вопросы	11
7. Список литературы	12



1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с принципом действия, конструкцией, основными параметрами, схемами включения, достоинствами и недостатками особенностями применения индуктивных датчиков как индикаторов конечных положений исполнительных органов (ИО) мехатронных и робототехнических систем.

2. Экспериментально исследовать работу датчиков. Снять зависимость выходного напряжения датчика от положения якоря при использовании якорей различных размеров, изготовленных из ферромагнитных и токопроводящих материалов. Определить разрешающую способность датчиков по положению якоря, дополнительную погрешность от изменения питающего напряжения, длительности включения $t_{\text{вкл}}$ и отключения $t_{\text{откл}}$ датчика, предельную частоту $f_{\text{пр}}$ срабатывания датчика.



2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Датчики индуктивные бесконтактные щелевые и торцевые типа БВК.
2. Микрометрический стол УЦО-2 с цифровым отсчетом перемещений.
3. Источник питания с регулируемой величиной выходного напряжения.
4. Набор якорей различной формы из различных материалов.
5. Устройство для плавного изменения частоты вращения многополюсного якоря.
6. Осциллограф.



3. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ

Бесконтактные индуктивные датчики предназначены для переключения электрических цепей управления под воздействием якоря в определенных точках пути контролируемого ИО [1]. По конструкции чувствительного элемента различают щелевые и торцевые датчики (рис. 1). Щелевой датчик имеет прорезь, расположенную вдоль направления движения ИО. Когда ИО достигает заданного положения, якорь входит в щель в корпусе датчика, вызывая его срабатывание. При использовании торцевого датчика якорь приближается к торцу датчика перпендикулярно его продольной оси.



Рассматриваемые индуктивные датчики состоят из следующих функциональных элементов (рис. 2).

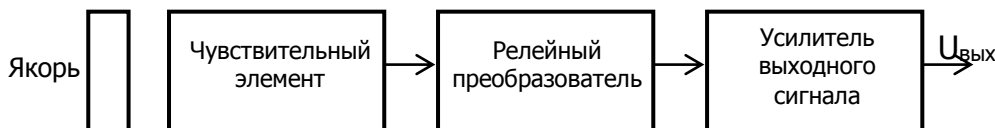


Рис.2. Функциональная схема индуктивного датчика.

1. Чувствительного (магнитопровод с обмотками), реагирующего на положение якоря.

2. Релейного, преобразующего непрерывное изменение индуктивности чувствительного элемента в дискретный сигнал, характеризующийся двумя значениями - максимальным A_{\max} и минимальным A_{\min} . В качестве такого преобразователя чаще всего используется генератор, работающий в режимах непрерывной генерации и срыва колебаний.

3. Усилителя мощности выходного сигнала. Усилитель часто конструктивно и функционально объединен с чувствительным и релейным элементами.

Отношение $k=A_{\max}/A_{\min}$ называют коэффициентом кратности



Исследование свойств лазерного луча, используемого для передачи информации по оптическому каналу

выходного сигнала. Чем выше это отношение, тем при прочих равных условиях надежнее информация, получаемая системой управления от датчика.

Бесконтактные индуктивные датчики положения ИО по сравнению с контактными обладают рядом преимуществ:

- а) отсутствие электрически изнашиваемых частей;
- б) отсутствие механического воздействия на отдельные части датчика;
- в) хорошая защита от влияния внешней среды (внутренняя полость датчика залита эпоксидной смолой, что обеспечивает их надежную герметизацию);
- г) высокое быстродействие и высокая допускаемая частота переключения.

К недостаткам таких датчиков следует отнести следующее:

- а) малая выходная мощность, что не позволяет использовать их для непосредственной коммутации силовых цепей привода;
- б) наладка и контроль работы бесконтактных датчиков более сложны и требуют специального оборудования;
- в) точность их срабатывания ниже, чем у прецизионных контактных датчиков и зависит от изменения напряжения питания и температуры окружающей среды;
- г) более высокая стоимость.

Индуктивный датчик представляет собой полупроводниковый генератор с внешним управлением возбуждением (рис. 3) и работает следующим образом.

При отсутствии якоря вблизи чувствительного элемента датчика индуктивная связь выходной обмотки W_1 с обмоткой W_2 отрицательной обратной связи гораздо сильнее, чем с обмоткой W_3 положительной обратной связи, поэтому генерация отсутствует. Приближение ферромагнитного якоря к чувствительному элементу увеличивает индуктивную связь выходной обмотки с обмоткой положительной обратной связи, вследствие чего начинается генерация.

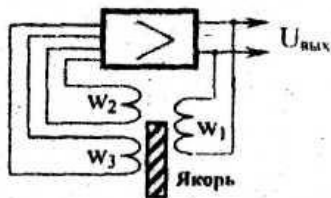


Рис.3. Схема индуктивного датчика



Исследование свойств лазерного луча, используемого для передачи информации по оптическому каналу

При приближении к чувствительному элементу якоря из электропроводящего материала (алюминий, медь и т. п.) вихревые токи, наводимые в теле якоря, начинают экранировать обмотку отрицательной обратной связи, вследствие чего усиливается положительная обратная связь и возникает генерация.



4. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИНДУКТИВНЫХ ДАТЧИКОВ

В соответствии с [2] якорь, соединенный с перемещающимся ИО, должен представлять собой пластину шириной 15-30 мм и толщиной 1-3 мм. В местах крепления датчика и якоря допускается наличие вибрации с амплитудой от 1 до 5 мм в зависимости от ее направления. Ориентация датчика в пространстве может быть любой. Напряжение питания – постоянное 20 вольт. Смещение точки срабатывания датчика при изменении напряжения питания в пределах $(0,85-1,25)U_{ном}$ не превышает $\pm 0,2$ мм. Дифференциал хода (разность положений якоря при включении и отключении датчика) составляет (1-3) мм.

Максимальная частота срабатывания не менее 250 Гц.

Варианты схем подключения датчиков показаны на рис. 4. Схема «И» используется, если сигнал в нагрузку должен подаваться при срабатывании двух датчиков (например, когда два независимых объекта достигли заданных позиций). Схема «ИЛИ» применяется, когда сигнал в нагрузку должен подаваться при срабатывании хотя бы одного датчика.

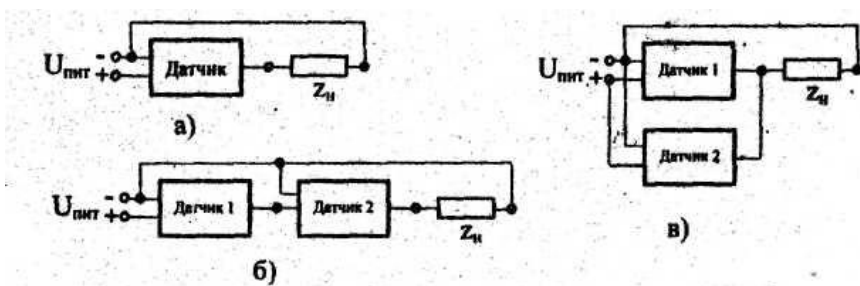


Рис 4. Схемы подключения индуктивных датчиков к нагрузке: а) одиночного датчика; б) двух датчиков по схеме «И»; в) двух датчиков по схеме «ИЛИ».



5. ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Ознакомиться с конструкцией щелевого и торцевого датчиков. Подключить датчик по схеме рис. 4.а.

2. Приближая вручную к чувствительному элементу якоря различных размеров, изготовленные из различных материалов, убедиться в срабатывании датчика.

3. Закрепить якорь на микрометрическом столе. Вращая микрометрический винт, подвести якорь вплотную к торцу датчика и обнулить показания цифрового дисплея. Приближая и удаляя якорь, записывать по показаниям цифрового дисплея расстояния якоря от торца датчика в моменты его включения и отключения. Повторить эксперимент 5 раз. Рассчитать средние значения воздушных зазоров, соответствующих включению и отключению датчика. Рассчитать дифференциал хода датчика.

4. Повторить п. 3 при напряжениях питания датчика 15 и 25 В. Определить дополнительную погрешность датчика (по величине зазора срабатывания), вызванную отклонением напряжения питания от номинального (20 В).

5. Подключить выход датчика ко входу Y электронного осциллографа, установить чувствительность осциллографа такой, чтобы при срабатывании датчика луч перемещался по вертикали в пределах экрана. Закрепить на микрометрическом столе устройство для плавного изменения частоты вращения многополюсного якоря. Включить двигатель, вращающий многополюсный якорь, на малой скорости и отрегулировать величину воздушного зазора так, чтобы при вращении якоря датчик включался и отключался. Установив ждущую развертку осциллографа, замерить длительности времен включения $t_{\text{вкл}}$ и времени отключения $t_{\text{откл}}$ датчика.

6. Установить непрерывную развертку осциллографа. Плавно увеличивая частоту вращения якоря, замерить по осциллографу максимальную частоту, при которой датчик успевает включаться и отключаться (максимальную частоту срабатывания датчика).



6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего могут применяться индуктивные датчики?
2. Какие два вида конструкции датчика используются?
3. Из каких функциональных элементов состоит индуктивный датчик положения?
4. Что такое коэффициент кратности выходного сигнала датчика?
5. Каковы основные преимущества бесконтактных датчиков?
6. Каковы основные недостатки бесконтактных датчиков?
7. Какие процессы происходят в датчике при приближении ферромагнитного якоря к чувствительному элементу?
8. Какие процессы происходят в датчике при приближении электропроводящего якоря к чувствительному элементу?
9. Что такое дифференциал хода датчика?
10. В каких случаях используются схемы «И» и «ИЛИ» включения нескольких датчиков?
11. Как измеряются длительности включения и отключения датчика?
12. Как измеряется максимальная частота срабатывания датчика?



7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янкелевич, Д.И. Бесконтактные датчики перемещений с дискретным выходом: учеб. пособие / Д. И. Янкелевич ; ДГТУ. - Ростов н/Д: ИЦ ДГТУ, 2014.
2. Бесконтактные статически путевые переключатели. Инструкция по применению, монтажу и эксплуатации. Вып. 30. Рогачев Э. Б. и др. ЭНИМС, 2005.