

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)

Кафедра «Автоматизации и Управления»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ»**

Исследование датчиков и их характеристик

г. Набережные Челны
2017

УДК 004

УДК 658.52.011.56

Шабает А.А., Зиятдинов Р.Р.

Исследование датчиков и их характеристик: Учебно-методическое пособие. -
Набережные Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2017. – 24 с.

Учебно-методическое пособие содержит общие положения, теоретический материал, необходимый для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Технические измерения и приборы» для студентов специальностей 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Рецензент: кандидат технических наук А.Н. Илюхин

Печатается по решению научно-методического совета Набережночелнинского института (филиал) КФУ.

© Набережночелнинский институт (филиал) КФУ, 2017.

Лабораторная работа №1

«Изучение характеристик пьезоэлектрических и термоэлектрических датчиков».

Цель работы: ознакомиться с принципом действия и конструкцией пьезоэлектрических и термоэлектрических датчиков.

Теоретические сведения

Измерительным преобразователем называют средства электрических измерений, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но неподдающийся непосредственному восприятию наблюдателя. В зависимости от вида измеряемых величин все измерительные приборы делятся на две группы:

1. Преобразователи электрических величин в неэлектрические величины;
2. Преобразователи неэлектрических величин в электрические величины.

К преобразователям электрических величин в электрические величины относятся шунты, делители напряжения, измерительные трансформаторы и другие устройства. Применение преобразователей позволяет изготавливать приборы на разные пределы измерений, производить измерения больших токов и напряжений приборами, имеющие меньшие пределы измерений, с использованием при этом измерительных трансформаторов токов и напряжений.

К этому типу приборов относятся многочисленные преобразователи, предназначенные для получения сигналов измерительной информации в форме удобной для ее передачи, преобразования, обработки и хранения.

Преобразователи не электрических величин в электрические представляет собой обширную группу приборов. Примерами могут служить различные терморезисторы, индуктивные преобразователи, емкостные и другие, при помощи которых измеряемая неэлектрическая величина (температура, давление, перемещение) отображается электрической величиной (электрическое сопротивление при терморезисторе), находящихся в определенной функциональной зависимости измеряемой неэлектрической величины.

Некоторые виды измерительных преобразований иногда называют датчиками, под которыми понимают конструктивную совокупность одного или нескольких измерительных преобразователей и сопутствующим им конструктивных элементов, размещенных непосредственно на объект управления и удаленный от места отображения, регистрации или обработки измерительной информации.

Датчиком называется устройство, предназначенное для преобразования одной физической величины в другую.

Классификация датчиков может быть различна: принцип преобразования, измеряемый параметр, принцип действия.

1. В зависимости от принципа преобразования датчики делятся на:

а) параметрические в которых изменение контролируемой величины сопровождается изменением параметра датчика. При этом наличие постороннего источника энергии вида является обязательным условием работы параметрического датчика.

б) генераторные в которых изменение контролируемой величины сопровождается изменением ЭДС на выходе датчика

Генераторные датчики не требуют дополнительного источника энергии

2. В зависимости от вида контролируемой величины неэлектрической величины датчики делятся на:

а) датчики механических величин (перемещение линейное и угловое, ускорение)

б) датчики тепловых величин; (температура)

в) датчики оптических величин (яркость, спектр).

3. В зависимости от используемого физического эффекта, датчики можно разделить на:

- а. Резистивные – Под действием контролируемой величины происходит изменение сопротивления.
- б. Индуктивные - изменение индуктивности происходит под воздействием контролируемой величины.
- в. Пьезоэлектрические - используются свойства пьезоэлемента.
- г. Оптические – использование световых волн.
- д. Емкостные- используется зависимость между емкостью и расстоянием между пластинами.

Пьезоэлектрические преобразователи.

Они выполняются из материалов, в которых может возникать пьезоэлектрический эффект. Пьезоэффект может быть прямым и обратным. Прямой пьезоэффект заключается в возникновении электрических зарядов на гранях пьезоэлектрика при воздействии на него механической силы, вызывающей напряжение в материале. При устранении силы заряды исчезают. Обратный пьезоэффект проявляется в том, что пьезоэлектрик, помещенный в электрическое поле, изменяет свои геометрические размеры. Чаще всего в качестве пьезоэлектрика применяется кварц, на примере которого и рассмотрим принцип действия пьезоэлектрического преобразователя (рис.1).

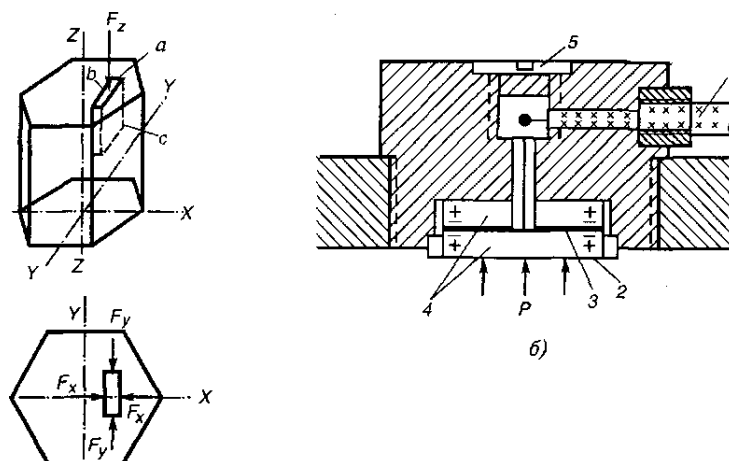


Рис.1 Пьезоэлектрический преобразователь

В кристаллах кварца принято различать три главные оси: оптическую z , электрическую x и механическую y . Параллелепипед, вырезанный из кристалла кварца так, чтобы его грани были параллельны главным осям, обладает следующими свойствами:

- 1) при воздействии силы F_x , направленной вдоль электрической оси X ., на гранях bc , перпендикулярных этой оси, появляются электрические заряды, т. е. возникает продольный пьезоэффект;
- 2) при воздействии силы F_y , направленной вдоль механической оси y , заряды появляются также на гранях bc . Это дает поперечный пьезоэффект;
- 3) если приложить механическую силу вдоль оптической оси z , то заряды не возникнут.

Величина зарядов, возникающих на гранях кристалла bc под действием силы F_x , не зависит от геометрических размеров кристалла:

$$q = d_1 F_x,$$

где d_1 — постоянный коэффициент, называемый пьезоэлектрической постоянной.

Величина зарядов, возникающих под действием силы F_y , зависит от геометрических размеров кристалла и имеет противоположный знак:

$$q = - d_1 F_y b/a,$$

где b и a — длины граней.

Из формулы видно, что в случае необходимости можно повысить чувствительность пьезоэлектрика, увеличив отношение b/a . В случае растягивающих усилий вдоль осей X и Y возникающие заряды будут иметь знаки, противоположные случаю сжимающих усилий. В тех случаях, когда параллелепипед вырезан не вдоль осей, а под углом к ним, возникающие заряды будут меньше.

В качестве пьезоэлектриков наиболее часто применяют сегнетову соль, кварц, титанат бария. Сегнетова соль обладает наибольшей пьезоэлектрической чувствительностью. Однако ряд недостатков, а именно сильная

гигроскопичность, малая механическая прочность, низкое значение удельного электрического сопротивления делают возможным применение ее только в лабораторных условиях для измерения быстро переменных сил и давлений. В последнее время получены новые пьезокерамические материалы, например пьезокерамика на основе свинца и бария, которые могут работать при температурах до 200° С.

Пьезоэлектрические преобразователи служат для измерения переменных сил, давлений, вибрационных ускорений.

Термоэлектрические преобразователи.

Они относятся к типу тепловых преобразователей и основаны на явлении термоэлектричества, которое заключается в следующем. Если составить цепь из двух различных проводников или полупроводников А и В, соединив их между собой концами (рис. 2.46, а), а температуру t_1 одного места соединения сделать отличной от температуры t_0 другого, то в цепи появится ЭДС, называемая термоэлектродвижущей силой (термо-ЭДС), являющейся разностью функций температур мест соединения проводников:

$$E_{ab}(t_1, t_0) = f(t_1) - f(t_0)$$

Данная цепь называется термоэлектрическим преобразователем или термопарой, проводники, составляющие термопару, — термоэлектродами, а места их соединения — спаями. Термопару можно использовать для измерения температуры. Если один спай термопары (рабочий спай) поместить в среду с температурой t_1 , которую нужно измерить, а температуру другого (нерабочего) спая поддерживать постоянной $t_0 = \text{const}$, то

$$E_{ab}(t_1, t_0) = f(t_1) - C = f(t_1)$$

Последнее выражение положено в основу измерения температур при помощи термопар. Таким образом, входной величиной термопары является температура t_1 рабочего спая, а выходной величиной — ЭДС, кото-

рую термопара развивает при строго постоянной температуре t_0 нерабочего спая.

Приборы, представляющие собой сочетание термопары и измерителя, используемые для измерения температуры, называют термоэлектрическими пирометрами. Включить измеритель в цепь термопары можно по двум схемам:

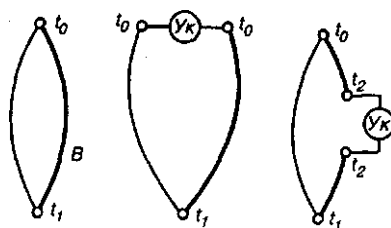


Рис.2 Схемы включения термопары

Для того чтобы включение в цепь термопары указателя не изменило значения термо-ЭДС, места соединения указателя с термоэлектродами должны иметь одинаковую температуру.

Для измерения температур до 1100°C используют термопары в основном из неблагородных металлов, для измерения температур свыше 1100 и до 1600°C — термопары из благородных металлов платиновой группы, а для измерения температур более 1600°C — термопары, изготовленные из жароупорных материалов (вольфрам — молибден). Направление термо-ЭДС зависит лишь от природы материалов, используемых в качестве термоэлектродов. Положительным называют тот термоэлектрод, по направлению к которому ток идет через рабочий спай термопары.

При конструировании термопар стремятся сочетать термоэлектроды, один из которых развивает с платиной наиболее положительную, а другой — отрицательную термо-ЭДС. Необходимо также учитывать пригодность того или иного термоэлектрода для применения в заданных условиях измерения в смысле влияния на термоэлектрод среды, температуры и т. д.

В практике наиболее распространены термопары: платинородий-платина, хромель-алюмель, хромель-копель, вольфрам-молибден, борид-карбид циркония.

Большое значение при измерении температуры с помощью термопар имеет их инерционность. Она определяется временем, за которое показания термопары при переносе из среды с комнатной температурой 15...20° С в среду с температурой 100° С достигают 97...980 С. Для уменьшения инерционности необходимо обеспечить хороший тепловой контакт между рабочим спаем термопары и средой с измеряемой температурой. Наиболее радикальным средством стабилизации температуры нерабочего спая является автоматическое термостатирование с электрическим подогревом.

Задание к лабораторной работе:

1. Подключить к пьезоэлектрическому датчику осциллограф.
2. Установить на осциллографе следующие параметры: чувствительность 1мВ/дел., время развертки 1мс/дел.
3. Приложить к пьезоэлектрическому датчику физическое воздействие.
4. В момент воздействия на экране вместо прямой линии должен появиться «всплеск» напряжения. Если этого не наблюдается, то необходимо изменить значения чувствительности и времени развертки, до получения требуемого изображения.
5. По установленному значению чувствительности и времени развертки необходимо определить размах и длительность «всплеска» напряжения.
6. Необходимо зафиксировать форму полученного «всплеска» напряжения.
7. Подключить термопару к цифровому вольтметру.
8. Поместить термопару и градусник в стакан с водой.
9. После осмотра установки преподавателем необходимо включить нагревательный элемент.
10. При достижении температуры воды следующих значений необходимо зафиксировать показания вольтметра. (30°С, 40°С, 50°С, 60°С, 70°С). При

достижении 70°C необходимо отключить нагревательный элемент.

11. Построить график зависимости выходного напряжения термопары и температуры воды.

Выводы по работе: изучен принцип действия пьезоэлектрических и термоэлектрических преобразователей.

Контрольные вопросы:

1. Конструкция и принцип действия пьезоэлектрического преобразователя?
2. Что такое прямой и обратный пьезоэффект?
3. Конструкция и принцип действия термопары?
4. Что такое термоЭДС?
5. Как определить линейный ли выходной сигнал с термопары?

Лабораторная работа №2

«Изучение характеристик индуктивного датчика».

Цель работы: ознакомиться с принципом действия и конструкцией индуктивного датчика.

Теоретические сведения

Индуктивный датчик - это преобразователь параметрического типа, принцип действия которого основан на изменении индуктивности L или взаимоиндуктивности обмотки с сердечником, вследствие изменения магнитного сопротивления R_M магнитной цепи датчика, в которую входит сердечник.

Широкое применение индуктивные датчики находят в промышленности для измерения перемещений и покрывают диапазон от 1 мкм до 20 мм.

Также можно использовать индуктивный датчик для измерения давлений, сил, уровней расхода газа и жидкости и т. д. В этом случае измеряемый параметр с помощью различных чувствительных элементов преобразуется в изменение перемещения и затем эта величина подводится к индуктивному измерительному преобразователю.

В случае измерения давлений, чувствительные элементы могут выполняться в виде упругих мембран. Используются они и в качестве датчиков приближения, которые служат для обнаружения различных металлических и немаetalлических объектов бесконтактным способом по принципу “да” или “нет”.

Достоинства индуктивных датчиков:

1. простота и прочность конструкции, отсутствие скользящих контактов;
2. возможность подключения к источникам промышленной частоты;
3. относительно большая выходная мощность (до десятков Ватт);
4. значительная чувствительность.

Недостатки индуктивных датчиков:

1. точность работы зависит от стабильности питающего напряжения по частоте;
2. возможна работа только на переменном токе.

Типы индуктивных преобразователей и их конструктивные особенности

По схеме построения индуктивные датчики можно разделить на одинарные и дифференциальные. Одинарный индуктивный датчик содержит одну измерительную ветвь, дифференциальный – две.

В дифференциальном индуктивном датчике при изменении измеряемого параметра одновременно изменяются индуктивности двух одинаковых ка-

тушек, причем изменение происходит на одну и ту же величину, но с обратным знаком.

Как известно, индуктивность катушки:

$$L = \frac{W\Phi}{I}$$

где W – число витков; Φ – пронизывающий ее магнитный поток; I – проходящий по катушке ток.

Ток связан с магнитодвижущей силой (МДС) соотношением:

$$I = \frac{Hl}{W}$$

H - Напряженность магнитного поля

l -длина участка цепи

w -количество витков

Откуда получаем:

$$L = \frac{W^2}{R_m}$$

где $R_m = Hl / \Phi$ – магнитное сопротивление индуктивного датчика.

Рассмотрим, например, одинарный индуктивный датчик (рис.1). В основу его работы положено свойство дросселя с воздушным зазором изменять свою индуктивность при изменении величины воздушного зазора.

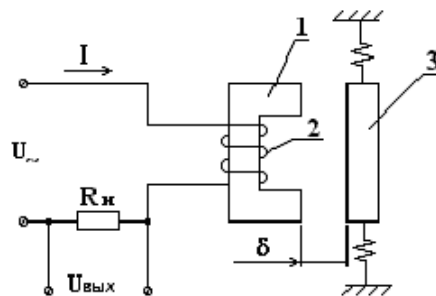


Рис.1 Одинарный индуктивный датчик

Индуктивный датчик состоит из ярма 1, обмотки 2, якоря 3- удерживается

пружинами. На обмотку 2 через сопротивление нагрузки R_n подается напряжение питания переменного тока. Ток в цепи нагрузки определяется как:

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R_x + r_\delta)^2 + (\omega L)^2}}$$

где r_δ - активное сопротивление дросселя; L - индуктивность датчика.

Т.к. активное сопротивление цепи величина постоянная, то изменение тока I может происходить только за счет изменения индуктивной составляющей $X_L = I R_n$, которая зависит от величины воздушного зазора δ (дельта).

Каждому значению δ соответствует определенное значение I , создающего падение напряжения на сопротивлении R_n : $U_{\text{вых}} = I R_n$ - представляет собой выходной сигнал датчика. Можно вывести аналитическую зависимость $U_{\text{вых}} = f(\delta)$, при условии, что зазор достаточно мал и потоками рассеяния можно пренебречь, и пренебречь магнитным сопротивлением железа $R_{\text{мж}}$ по сравнению с магнитным сопротивлением воздушного зазора $R_{\text{мв}}$.

В целом рассмотренный индуктивный датчик имеет ряд существенных недостатков:

1. не меняется фаза тока при изменении направления перемещения;
2. при необходимости измерять в обоих направлениях перемещение нужно устанавливать начальный воздушный зазор и, следовательно, ток I_0 , что неудобно;
3. ток в нагрузке зависит от амплитуды и частоты питающего напряжения;
4. в процессе работы датчика на якорь действует сила притяжения к магнитопроводу, которая ничем не уравновешивается, и значит вносит погрешность в работу датчика.

Дифференциальные (реверсивные) индуктивные датчики (ДИД)

Дифференциальные индуктивные датчики представляет собой совокупность двух нереверсивных датчиков и выполняются в виде системы, состоящей из

двух магнитопроводов с общим якорем и двумя катушками (рис.2). Для дифференциальных индуктивных датчиков необходимы два отдельных источника питания, для чего обычно используется разделительный трансформатор 5.

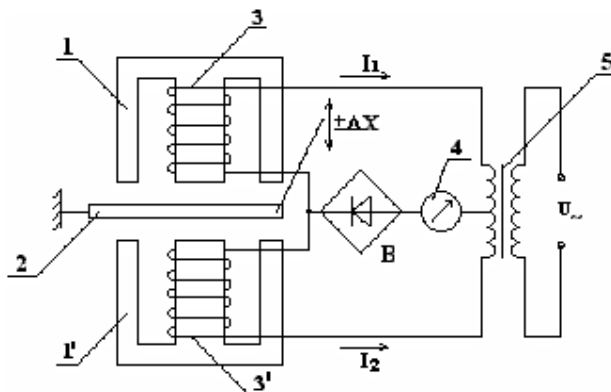


Рис.2 Дифференциальный индуктивный датчик.

По форме магнитопровода могут быть дифференциально-индуктивные датчики с магнитопроводом Ш-образной формы, набранные из мостов электротехнической стали (при частотах выше 1000Гц применяются железоникелевые сплавы - пермалой), и цилиндрические со сплошным магнитопроводом круглого сечения. Выбор формы датчика зависит от конструктивного сочетания его с контролируемым устройством. Применение Ш-образного магнитопровода обусловлено удобством сборки катушки и уменьшением габаритов датчика.

Для питания дифференциально-индуктивного датчика используют трансформатор 5 с выводом средней точки на вторичной обмотке. Между ним и общим концом обеих катушек включается прибор 4.

При среднем положении якоря, когда воздушные зазоры одинаковы, индуктивные сопротивления катушек 3 и 3' одинаковы, следовательно, величины токов в катушках равны $I_1=I_2$ и результирующий ток в приборе равен 0.

При небольшом отклонении якоря в ту или иную сторону под действием контролируемой величины X меняются величины зазоров и индуктивно-

стей, прибор регистрирует разностный ток $I_1 - I_2$, он является функцией смещения якоря от среднего положения. Разность токов обычно регистрируется с помощью магнитоэлектрического прибора 4 (микроамперметра) с выпрямительной схемой В на входе.

Характеристика индуктивного датчика имеет вид (рис.3):

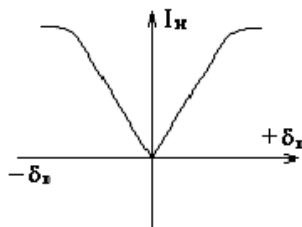


Рис.3 Характеристика индуктивного датчика

Полярность выходного тока остается неизменной независимо от знака изменения полного сопротивления катушек. При изменении направления отклонения якоря от среднего положения меняется на противоположную (на 180°) фаза тока на выходе датчика. При использовании фазочувствительных выпрямительных схем можно получить индикацию направления перемещения якоря от среднего положения. Характеристика дифференциального индуктивного датчика с ФЧВ имеет вид (рис.4):

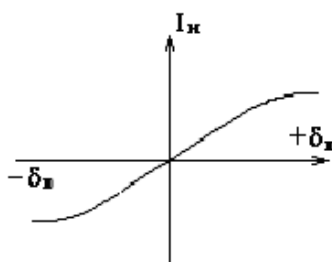


Рис.4 Характеристика дифференциального индуктивного датчика

Задание к лабораторной работе:

1. Необходимо собрать схему, приведенную на рис.5
2. Установить частоту на генераторе 100кГц.
3. Установить на осциллографе следующие параметры: чувствительность

- 1 мВ/дел., время развертки 1 мс/дел.
4. После осмотра установки преподавателем необходимо включить питание осциллографа и генератора.
 5. На экране должен появиться синусоидальный сигнал. Подстраивая чувствительность и время развертки необходимо добиться, чтобы на экране амплитуда была максимальной, а на экране было видно 2-3 периода исследуемого сигнала.
 6. Зафиксировать текущие значение амплитуды и периода сигнала.
 7. Подвести к датчику металлический объект до тех пор, пока не начнут меняться амплитуда и период сигнала. Полученное расстояние необходимо измерить.
 8. Расстояние необходимо разбить на пять точек и снять для них значение амплитуды и периода сигнала (см. пункт 5)
 9. Построить график зависимости расстояния от амплитуды и периода сигнала.

Вывод по работе: Была изучена конструкция и принцип действия индуктивного датчика.

Контрольные вопросы:

1. Опишите конструкцию одинарного индуктивного датчика.
2. Опишите конструкцию дифференциального индуктивного датчика.
3. Объясните принцип действия одинарного индуктивного датчика.
4. Объясните принцип действия дифференциального индуктивного датчика.
5. Объясните полученный в результате выполнения работы график зависимости расстояния от амплитуды и периода сигнала.

Лабораторная работа №3

«Изучение характеристик резистивного датчика».

Цель работы: ознакомиться с принципом действия и конструкцией резистивного датчика.

Теоретические сведения

Резистивный датчик представляет собой переменный резистор, к которому приложено питающее напряжение, его входной величиной является линейное или угловое перемещение токоъемного контакта, а выходной величиной – напряжение, снимаемое с этого контакта, изменяющееся по величине при изменении его положения.

Потенциометрические датчики предназначены для преобразования линейных или угловых перемещений в электрический сигнал, а также для воспроизведения простейших функциональных зависимостей в автоматических и автоматических устройствах непрерывного типа.

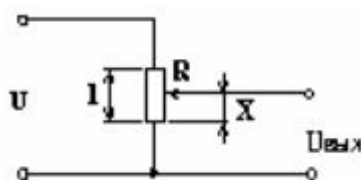


Рис.1 Электрическая схема потенциометрического датчика

По способу выполнения сопротивления потенциометрические датчики делятся на

1. ламельные с постоянными сопротивлениями;
2. проволочные с непрерывной намоткой;
3. с резистивным слоем.

Ламельные потенциометрические датчики использовались для проведения относительно грубых измерений в силу определенных конструктивных недостатков.

В таких датчиках постоянные резисторы, подобранные по номиналу специальным образом, припаиваются к ламелям.

Ламель представляет собой конструкцию с чередующимися проводящими и непроводящими элементами, по которой скользит токосъемный контакт (рис.2). При движении токосъемника от одного проводящего элемента к другому суммарное сопротивление подключенных к нему резисторов меняется на величину соответствующую номиналу одного сопротивления. Изменение сопротивлений может происходить в широких пределах. Погрешность измерений определяется размерами контактных площадок.

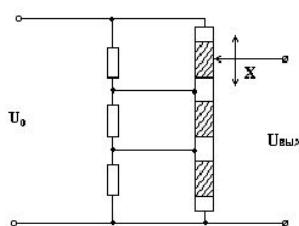


Рис.2 Ламельный потенциометрический датчик

Проволочные потенциометрические датчики предназначены для более точных измерений. Как правило их конструкции представляют собой каркас из гетинакса, текстолита или керамики, на который в один слой, виток к витку намотана тонкая проволока, по зачищенной поверхности которой скользит токосъемник.

Диаметр проволоки определяет класс точности потенциометрического датчика (высокий-0,03-0,1 мм, низкий 0,1-0,4 мм). Токосъемник выполнен из более мягкого материала, чтобы исключить перетирание провода.

Преимущества потенциометрических датчиков:

1. простота конструкции;
2. малые габариты и вес;
3. высокая степень линейности статических характеристик;
4. стабильность характеристик;
5. возможность работы на переменном и постоянном токе.

Недостатки потенциметрических датчиков:

наличие скользящего контакта, который может стать причиной отказов из-за окисления контактной дорожки, перетираания витков или отгибание ползунка;

1. погрешность в работе за счет нагрузки;
2. сравнительно небольшой коэффициент преобразования;
3. высокий порог чувствительности;
4. наличие шумов;
5. подверженность электроэрозии под действием импульсных разрядов.

Датчики с резистивным напыляемым слоем представляют собой подложку из диэлектрического материала на которую напыляется резистивный материал. По подложке перемещается ползунок который изменяет место токосъема, за счет чего и происходит изменение сопротивления.

Функциональные потенциметрические датчики

Необходимо отметить, что в автоматике часто для получения нелинейных зависимостей используются функциональные передаточной функции. Их построение производится 4-мя способами:

1. изменением диаметра проволоки вдоль намотки;
2. изменением шага намотки;
3. применением каркаса определенной конфигурации;
4. шунтированием участков линейных потенциметров сопротивлениями различной величины.

Например, чтобы получить квадратичную зависимость по 3-му способу, нужно чтобы ширина каркаса изменялась по линейному закону, как это показано на рисунке 3.

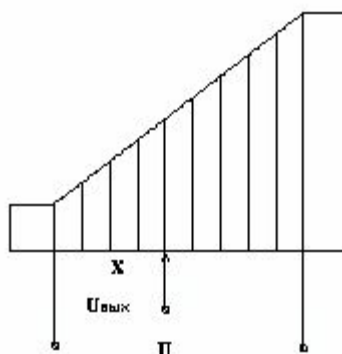


Рис.3 Функциональный потенциметрический датчик

Многооборотный потенциометр

Обычные потенциметрические датчики имеют ограниченный диапазон работы. Его величина задана геометрическими размерами каркаса и числом витков обмотки. Их увеличивать беспрельдно нельзя. Поэтому нашли применение многооборотные потенциметрические датчики, у которых резистивный элемент свит по винтовой линии с несколькими витками, их ось должна повернуться несколько раз, чтобы движок переместился с одного конца обмотки на другой, т.е. электрический диапазон таких датчиков кратен 360° .

Основным достоинством многооборотных потенциометров является высокая разрешающая способность и точность, что достигается благодаря большой длине резистивного элемента при малых общих габаритах.

Фотопотенциометры

Фотопотенциометр – представляет собой бесконтактный аналог обычного потенциометра с резистивным слоем, механический контакт в нем заменен фотопроводящим, что, конечно, повышает надежность и срок службы. Сигналом с фотопотенциометра управляет световой зонд, выполняющий роль движка. Он формируется специальным оптическим устройством и может смещаться в результате внешнего механического воздействия вдоль фотопроводящего слоя. В месте засветки фотослоя возникает избыточная по сравнению с темновой фотопроводимость и создается электрический контакт.

Фотопотенциометры делятся по назначению на линейные и функциональные. Функциональные фотопотенциометры позволяют пространственное перемещение источника света преобразовать в электрический сигнал заданного функционального вида за счет профилированного резистивного слоя (гиперболические, экспоненциальные, логарифмические).

Задание к лабораторной работе:

1. Необходимо собрать схему, приведенную на рис.4

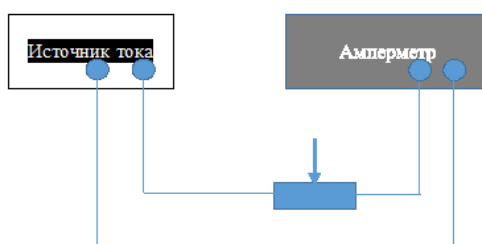


Рис.4 Схема подключения резистивного датчика

2. После осмотра установки преподавателем необходимо включить питание генератора.
3. На шкале переменного резистора нанесена шкала с углами поворота подвижного элемента.
4. Установить указатель на нулевое значение угла поворота.
5. Зафиксировать текущее значение тока, протекающего через переменный резистор.
6. Перемещая указатель на следующие значения шкалы фиксировать ток, протекающий через переменный резистор.
7. Согласно полученным данным построить график зависимости угла поворота подвижного элемента переменного резистора и тока, протекающего через него.
8. Сделать выводы о линейности показаний резистивного датчика.

Выводы по работе: Была изучена конструкция и принцип действия резистивного датчика.

Контрольные вопросы:

1. Классификация резистивных датчиков?
2. Конструкция и принцип действия ламельного резистивного датчика?
3. Конструкция и принцип действия проволочного резистивного датчика?
4. Назначение функциональных резистивных датчиков?
5. Конструкция и принцип действия многооборотного резистивного датчика?
6. Конструкция и принцип действия фотопотенциометра.

Литература

1. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Серия «Библиотека инженера». Под ред. проф. В. П. Дьяконова. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. - 544 с.: ил.
2. Осциллограф - "глаз" радиолюбителя в схеме (как работать с осциллографом). В. Новиков и В. Григорьев. Москва «Самиздат» 2011 г.
3. Работа с электронно-лучевым осциллографом. Новопольский В. А. - М.: "Радио и связь", "Горячая линия - Телеком", 1999. - 176 с.

Подписано в печать 25.12.17г.

Формат 60x84/16
Уч.-изд.л. 2,0

Бумага офсетная
Усл.-печ.л. 2,0

Печать ризографическая
Тираж 50 экз.

Заказ 923

Издательско-полиграфический центр
Набережночелнинского института
Казанского (приволжского) федерального университета

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект Мира, 68/19