

## Тема №2

Первичные электрические  
преобразователи  
механических величин.

Принципы работы, область  
применения, классификация.

# Первичные измерительные преобразователи

- Первичные измерительные преобразователи (датчики) в ИИС обеспечивают преобразование некоторой физической величины в электрическую величину.

**Различают датчики генераторного типа**, когда выходной величиной является ток, напряжение или электрический заряд, и параметрические, когда выходной величиной является параметр электрической цепи: активное сопротивление, емкость, индуктивность, комплексное сопротивление. Параметрические датчики иногда называют активными, поскольку для выполнения своих функций они требуют внешних источников энергии, а генераторные пассивными, поскольку для выдачи сигнала они во внешних источниках не нуждаются.

Характеристиками датчиков являются следующие показатели. Функция преобразования. Ее вид определяется принципом работы датчика. Она может быть линейной, квадратичной, экспоненциальной и др. При аналоговой обработке информации, выдаваемой датчиком, нелинейность характеристики была основным источником систематической погрешности. При цифровой обработке нелинейность ИК легко устраняется, если эта нелинейность стабильна и не изменяется во времени. Однако и в этом случае важным требованием к функции преобразования является ее плавность медленное изменение ее первой производной, так как иначе линеаризация оказывается неэффективной даже при современных вычислительных средствах.

# Диапазон значений преобразуемой величины.

Диапазон значений выходной величины. Характеристики погрешности: нелинейность, погрешность задания чувствительности, нестабильность, насыщение, зона нечувствительности, гистерезис, разрешающая способность, воспроизводимость. Показатели, характеризующие возможность сопряжения датчиков с другими устройствами: выходной импеданс, питающее напряжение и др. Динамические характеристики, описываемые, как и у других СИ, частотными или переходными характеристиками. Условия эксплуатации, надежность, масса, габариты и другие общетехнические показатели. Основным классификационным признаком датчиков является преобразуемая (измеряемая) величина.

# Датчики электрических величин

К простейшим первичным преобразователям для измерения электрических величин можно отнести шунты, используемые при измерении силы тока, делители, используемые для измерения напряжения, измерительные трансформаторы. К этой же группе можно отнести и болометры, основное применение которых измерение мощности светового излучения. Однако они применяются и в других областях, например при измерении мощности сигналов сверхвысоких частот (СВЧ) непосредственно в волноводных трактах или при измерении действующего значения электрического тока произвольной формы. Принцип действия болометра основан на изменении его сопротивления при нагревании за счет падающего оптического или СВЧ излучения.

# Датчики магнитных величин

Датчики для измерения напряженности магнитного поля строятся на основе эффекта Холла и эффекта Гаусса. Суть эффекта Холла состоит в следующем. Если по тонкой электропроводящей пластине (металлической или полупроводниковой) течёт электрический ток, обусловленный внешним напряжением, то при воздействии магнитного поля, перпендикулярного пластине, направление движения зарядов отклоняется от первоначального.

**Датчики линейных и угловых** перемещений, контактирующие с измеряемой деталью Самым распространенным и относительно дешевым датчиком угловых перемещений является сельсин (вращающийся трансформатор). Он представляет собой электрическую машину, на статоре которой размещены обмотки, создающие вращающееся магнитное поле. Обмоток может быть две пары (в паре они расположены друг против друга), сдвинутых в пространстве на  $90^\circ$ . На рис. условно показано по одной обмотке  $L_x$  и  $L_y$  из каждой пары. В произвольно ориентированной обмотке ротора  $L_r$  наводится синусоидальное напряжение, фаза которого сдвинута относительно напряжения, питающего обмотку  $L_x$ , на угол поворота ротора  $\phi$ .



## **Бесконтактные датчики координат**

Бесконтактные датчики координат бывают двух основных видов: на приборах с зарядовой связью (ПЗС) и локационные. Приборы с зарядовой связью представляют собой линейные или двумерные структуры, элементы которых под действием света приобретают электрический заряд. Двумерные структуры по существу являются воспринимающей частью видеокамеры. Подаваемое на эти датчики изображение может формироваться как в проходящем (теневое изображение), так и отраженном свете.

По принципу действия датчики можно разделить на два класса: генераторные и параметрические (датчики-модуляторы).

Генераторные датчики осуществляют непосредственное преобразование входной величины в электрический сигнал.

Параметрические датчики входную величину преобразуют в изменение какого-либо электрического параметра ( $R$ ,  $L$  или  $C$ ) датчика.

# Различают три класса датчиков:

- аналоговые датчики, т. е. датчики, вырабатывающие аналоговый сигнал, пропорционально изменению входной величины;
- цифровые датчики, генерирующие последовательность импульсов или двоичное слово;
- бинарные (двоичные) датчики, которые вырабатывают сигнал только двух уровней: "включено/выключено" (иначе говоря, 0 или 1); получили широкое распространение благодаря своей простоте.

# Требования, предъявляемые к датчикам:

- однозначная зависимость выходной величины от входной;
- стабильность характеристик во времени;
  - высокая чувствительность;
  - малые размеры и масса;
- отсутствие обратного воздействия на контролируемый процесс и на контролируемый параметр;
- работа при различных условиях эксплуатации;
- различные варианты монтажа.

# Параметрические датчики

Входную величину  $X$  преобразуют в изменение какого-либо электрического параметра ( $R$ ,  $L$  или  $C$ ) датчика. Передать на расстояние изменение перечисленных параметров датчика без энергонесущего сигнала (напряжения или тока) невозможно. Выявить изменение соответствующего параметра датчика только и можно по реакции датчика на ток или напряжение, поскольку перечисленные параметры и характеризуют эту реакцию. Поэтому параметрические датчики требуют применения специальных измерительных цепей с питанием постоянным или переменным током.

# Омические (резистивные) датчики

принцип действия основан на изменении их активного сопротивления при изменении длины  $l$ , площади сечения  $S$  или удельного сопротивления  $\rho$ :

$$R = \rho l / S$$

Кроме того, используется зависимость величины активного сопротивления от контактного давления и освещённости фотоэлементов. В соответствии с этим омические датчики делят на: контактные, потенциометрические (реостатные), тензорезисторные, терморезисторные, фоторезисторные.

# Контактные датчики

это простейший вид резисторных датчиков, которые преобразуют перемещение первичного элемента в скачкообразное изменение сопротивления электрической цепи. С помощью контактных датчиков измеряют и контролируют усилия, перемещения, температуру, размеры объектов, контролируют их форму и т. д. К контактным датчикам относятся путевые и концевые выключатели, контактные термометры и так называемые электродные датчики, используемые в основном для измерения предельных уровней электропроводных жидкостей.

Контактные датчики могут работать как на постоянном, так и на переменном токе. В зависимости от пределов измерения контактные датчики могут быть одно предельными и многопредельными. Последние используют для измерения величин, изменяющихся в значительных пределах, при этом части резистора  $R$ , включенного в электрическую цепь, последовательно закорачиваются.

Недостаток контактных датчиков — сложность осуществления непрерывного контроля и ограниченный срок службы контактной системы. Но благодаря предельной простоте этих датчиков их широко применяют в системах автоматики.