

Лабораторная работа № 7

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕМКОСТНОГО БЕСКОНТАКТНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Цель работы: изучение принципа действия и экспериментальное определение расстояния срабатывания на различные материалы емкостного бесконтактного выключателя.

1. Теоретическая часть

Емкостным датчиком называют преобразователь параметрического типа, в котором изменение измеряемой величины преобразуется в изменение емкостного сопротивления.

Обычно емкостный датчик представляет собой плоский или цилиндрический конденсатор, одна из обкладок которого испытывает подвергаемое контролю перемещение, вызывая изменение емкости. Пренебрегая краевыми эффектами, можно выразить емкость для плоского конденсатора следующим образом:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \quad (1)$$

где ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды, заключенной между обкладками;

S – площадь поверхности рассматриваемых обкладок, м^2 ;

d – расстояние между ними соответственно, м.

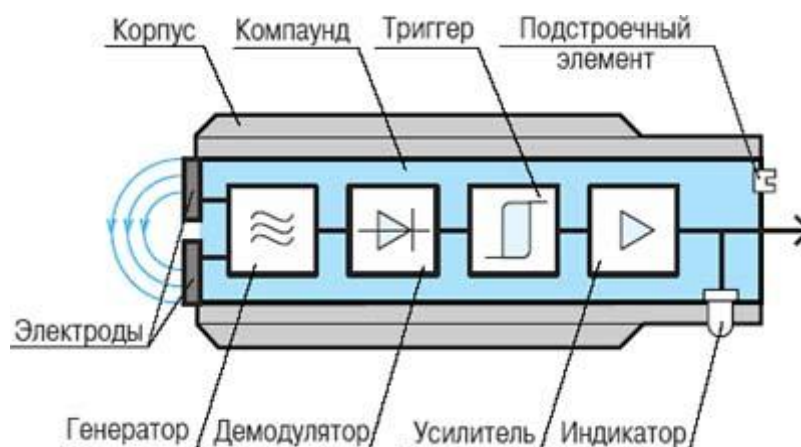


Рис.1 – Конструкция емкостного датчика

Емкостной датчик состоит из:

1. Генератор обеспечивает электрическое поле взаимодействия с объектом.

2. Демодулятор преобразует изменение амплитуды высокочастотных колебаний генератора в изменение постоянного напряжения.

3. Триггер обеспечивает необходимую крутизну фронта сигнала переключения и значение гистерезиса.

4. Усилитель увеличивает выходной сигнал до необходимого значения.

5. Светодиодный индикатор показывает состояние выключателя, обеспечивает работоспособности, оперативность настройки.

6. Компаунд обеспечивает необходимую степень защиты от проникновения твердых частиц и воды.

7. Корпус обеспечивает монтаж выключателя, защищает от механических воздействий. Выполняется из латуни или полиамида, комплектуется метизными изделиями.

Таблица 1 - Характеристики емкостного датчика ВБ1.18М.75.10.1.1.К

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Расстояние срабатывания | 10,0 мм |
| Гарантированный интервал срабатывания | 0 - 7,2 мм |
| Напряжение питания | 10-30 В |
| Максимальный ток нагрузки | не более 1,5 В |
| Потребляемый ток | не более 15,0 мА |
| Частота срабатывания максимальная | 100 Гц |
| Степень защиты | IP65 |
| Диапазон рабочих температур | от - 25 °С до + 70 °С |

Принцип работы емкостного датчика. Приближение объекта воздействия из металла или диэлектрика к чувствительной поверхности увеличивает емкость между электродами конденсатора (формула $1/\Delta\epsilon$) и вызывает увеличение амплитуды колебаний генератора. При достижении амплитудой генератора порогового значения, схемой управления формируется выходной сигнал электронного ключа датчика, который используется для коммутации электрических цепей и сигнализации.

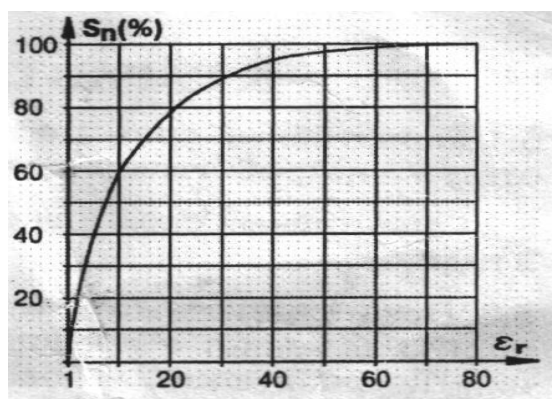


Рис.2 - Зависимость расстояния воздействия (S) от диэлектрической проницаемости материала (ϵ)

Таблица 2 - Диэлектрическая проницаемость материалов

| <i>Материал</i> | ϵ | <i>Материал</i> | ϵ |
|-----------------|------------|-----------------|------------|
| Бакелит | 3,6 | Полистирол | 3 |
| Бумага | 2,3 | Полиэтилен | 2,3 |
| Вода | 80 | Резина | 2,8 |
| Древесина | 2-7 | Скипидар | 2,2 |
| Кабель. | 2,5 | Слюда | 6 |
| Кварц, стекло | 3,7 | Спирт | 26 |
| Керосин | 2,2 | Стекло | 5 |
| Мрамор | 8 | Тефлон | 2 |
| Парафин | 2,2 | Трансф. масло | 2,2 |
| Плексиглас | 3,2 | Фарфор | 4,4 |
| Полиамид | 5 | Эбонит | 4 |

Емкостные датчики применяются для контроля заполнения резервуаров жидким, порошкообразным или зернистым веществом, как конечные выключатели на автоматизированных линиях, конвейерах, роботах, обрабатывающих центрах, станках, в системах сигнализации, для позиционирования различных механизмов и т. д.

3. Порядок выполнения работы

1. Подключить блок питания, выставить рабочее напряжение 24 В (рис.3). При не правильном подключении напряжения с блока питания загорается красная лампочка на блоке индикации.

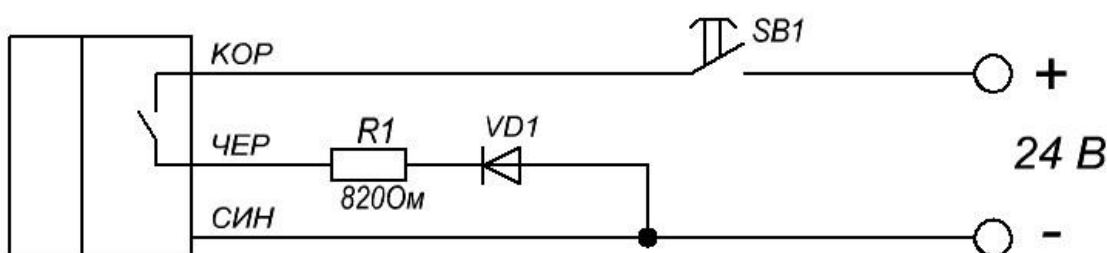


Рис.3 - Схема подключения емкостного датчика

2. Включить емкостной датчик нажав кнопку на блоке индикации, при этом загорится включиться подсветка выключателя.

3. Закрепить образец материала в зажиме.

4. Отвести исследуемый образец на максимальное расстояние от датчика.

5. Перемещать образец в исходное положение, пока датчик не сработает.
6. Записать расстояние срабатывания датчика в мм в таблицу 3.
7. Затем отводить образец пока датчик не выключится.
8. Записать расстояние срабатывания датчика в мм в таблицу 3.
9. Повторить 10 раз пункты 4 - 8.

Таблица 3 – Результаты измерений

| № П/П | Материал | | | | | | | |
|----------|----------|-------|-----------|-------|--------|-------|----------|-------|
| | Жесть | | Текстолит | | Фанера | | Алюминий | |
| | Вкл. | Выкл. | Вкл. | Выкл. | Вкл. | Выкл. | Вкл. | Выкл. |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 10 | | | | | | | | |

Расчетная часть.

1. Рассчитать среднее арифметическое значение:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (2)$$

где X_i - расстояние срабатывания, мм;

n – количество измерений.

2. Вычислить среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}. \quad (3)$$

3. Записать доверительный интервал:

$$\Delta = \sigma t = 2.23\sigma, \quad (4)$$

где $t = 2,23$ - критерий Стьюдента для 10 измерений, при точности 0,95.

4. Записать полученные результаты в виде:

$$L_{cp} = \bar{X} \pm \Delta. \quad (5)$$

4. Содержание индивидуального отчета

1. Название, цель работы.
2. Схема лабораторной установки с описанием.
3. Таблица с результатами измерений.

4. Результаты расчетов.

5. Выводы.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение емкостного бесконтактного выключателя.
2. Опишите принцип действия емкостного бесконтактного выключателя.
3. Опишите конструкцию индуктивного емкостного выключателя.
4. Дайте характеристику схемы подключения емкостного датчика ВБ1.18М.
5. Назовите достоинства и недостатки емкостных датчиков.