МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»

(БГТУ им. В.Г.Шухова)

Кафедра технической кибернетики

**Лабораторная работа №1**

По дисциплине: Метрология, стандартизация и сертификация

Тема: Изучение бесконтактных конечных выключателей и индуктивного преобразователя перемещений

Выполнила:

студентка группы ВТ-41

Сидорова А.С.

Допуск:  
Защита:

Коробкова Елена Николаевна

Белгород 2020

**Цель работы:** ознакомиться с устройством и техническими характеристиками бесконтактных конечных выключателей и индуктивного преобразователя перемещений, приобрести навыки подключения датчиков и оценки их погрешностей.

**Теоретические сведения**

В лабораторной работе исследуются следующие датчики:

- бесконтактный емкостной конечный выключатель ТЕКО ВЕ Е5-31-Р-10-400-ИНД-3В;

- бесконтактный индуктивный конечный выключатель ТЕКО ВК Е4-31-Р-8-250-ИНД-3В;

- бесконтактный оптический выключатель ТЕКО ОV А43А-31-Р-150-LZ;

- ультразвуковой конечный выключательTelemecanique ХХ518А3АМ12;

- индуктивный преобразователь перемещений ТЕКО ИПП Е41-33-Р-8-А1;

- магниточувствительный конечный выключатель на герконе;

- магниточувствительный конечный выключатель на эффекте Холла.

Теоретический материал по бесконтактным конечным выключателям и индуктивному преобразователю перемещений, а также технические характеристики изучаемых в лабораторной работе датчиков представлены в приложении1.

**Выполнение работы**

1. Проверка работоспособности экспериментальной установки
   1. Подключим стенд с помощью сетевого кабеля к сети 220 В, 50 Гц
   2. Установим в стойке бесконтактный конечный выключатель, а образцовом измерителе установим одну из мишеней.
   3. Соединим выход датчика (на задней панели установки) с милливольтметром PV1 (рисунок1)

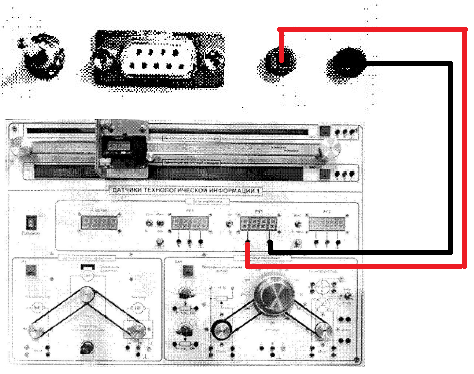


Рисунок 1 Соединение выхода датчика с милливольтметром

* 1. Подадим питание на датчик, вставив соединительный кабель датчика в разъем на задней стенке (рисунок 2)



Рисунок 2 Разъем на задней стенке

* 1. Включим стенд переключателем SA1, после этого загорится индикатор «Питание»
  2. Включим датчик нажатием вверх тумблера на задней панели
  3. При перемещении мишени происходит включение/выключение датчика, если в стойке установлен бесконтактный конечный выключатель.
  4. Выключим стенд переключателем SA1.

1. Экспериментальное определение статических характеристик бесконтактных конечных выключателей и индуктивного преобразователя перемещений

2.1. Исследование работы бесконтактного конечного выключателя (емкостного, индуктивного и оптического).

2.1.1. Для снятия экспериментальной характеристики установить датчик в стойку (Разъем датчика подключить к разъему на тыльной стороне стенда).

2.1.2. Установим одну из мишеней в образцовом измерителе.

2.1.3. При помощи перемещении мишени на образцовом измерителе произвести 10 включений и отключений датчика (включение/отключение датчика контролируется по состоянию светодиода).

Для исключения влияния люфтов следует после отключения датчика ещё удалить ВЭ от него, чтобы в начале очередного цикла эксперимента проходить положение отключения в направлении движения к выключателю.

2.1.4. Результаты измерений занести в таблицу 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Емкостной датчик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл, мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл, мм | 2,2 | 2,9 | 2,8 | 3 | 2,4 | 2,9 | 2,2 | 2,5 | 2,2 | 2,3 |
| Индуктивный датчик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл, мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл, мм | 8 | 8 | 8,4 | 8,3 | 7,9 | 8,6 | 8,4 | 8,5 | 8,2 | 8,1 |
| Оптический датчик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл, мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл, мм | 122,4 | 125,2 | 112,1 | 113,1 | 117,2 | 121,3 | 121,3 | 122 | 114,5 | 115 |

2.1.5. были вычислены средние арифметические значения результатов наблюдений для:

Емкостного датчика:

Индуктивного датчика:

Оптического датчика:

Определяются согласно ГОСТ 8.009-72 среднее значение погрешности при измерениях i со стороны меньших (больших) значений:

; 

где Lм(б)i – результата i-го наблюдения, n-число наблюдений.

Систематическая составляющая погрешности определяется по формуле

Среднеквадратичное отклонение



Вычислим:

Емкостной датчик:

Индуктивный датчик:

Оптический датчик:

Гистерезис датчика (дифференциал хода) Д, то есть расстояние между точками включения и отключения датчика, по результатам эксперимента определяется как разность между максимальным в серии опытов значением положения ВЭ при отключении выключателя Lоткл. и минимальным значением положением ВЭ при включении датчика Lвкл.



Вычислим:

Емкостной датчик:

Индуктивный датчик:

Оптический датчик:

**2.2 . Исследование влияния материала мишени на расстояние срабатывания емкостного бесконтактного выключателя.**

2.2.1. Для снятия экспериментальной характеристики установить емкостной датчик в стойку (Разъем датчика подключить к разъему на тыльной стороне стенда).

2.2.2. Установить не менее три мишени в держатель образцового измерителя.

2.2.3. Порядок снятия аналогичен 2.1.1-2.1.4. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пластик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл , мм | 2,2 | 3 | 2,8 | 3 | 2,5 | 2,8 | 2,1 | 2,4 | 2,3 | 2,2 |
| Дюраль | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл , мм | 12,2 | 10,1 | 11,6 | 10,4 | 11,2 | 11,4 | 11,5 | 10,3 | 10,5 | 10,2 |
| Сталь | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 6 | 6,1 | 6 | 6,2 | 5,8 | 5,9 | 6 | 5,9 | 6,1 | 6 |
| Lоткл , мм | 11,3 | 9,4 | 10,6 | 10,4 | 11,5 | 10,4 | 9,4 | 10,5 | 9,6 | 10,3 |

2.2.4. Аналогично 2.1.5 по результатам измерений вычисляются все погрешности, отклонения и дифференциал хода.

Поскольку алгоритм вычисления аналогичен предыдущему опыту, вышеуказанные значение будут вычислены с помощью excel. Ниже приведена таблица с результатами.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Включение | | | | | Отключение | | | | | Д |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Пластик | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,53 | -0,24 | 0,37 | 0,062 | 0 | 3 |
| Дюраль | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,95 | -0,64 | 0,64 | 0 | 0,188 | 12,2 |
| Сталь | 6 | -0,133 | 0,57 | -0,038 | 0,048 | 10,34 | -0,665 | 0,444 | -0,11 | 0,3 | 5,7 |

**2.3.Исследование влияния отражающего материала на расстояние срабатывания оптического бесконтактного выключателя**

2.3.1.В стойке должен быть установлен оптический бесконтактный выключатель (Разъем датчика подключить к разъему на тыльной стороне стенда).

2.3.2 . В образцовом измерителе попеременно будем устанавливать не менее 3 различных мишеней.

2.3.3. Порядок снятия аналогичен 2.1.1-2.1.4. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пластик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 5,6 | 5,5 | 5,2 | 4,9 | 5 | 5,1 | 4,8 | 5,2 | 5,3 | 5 |
| Lоткл , мм | 109 | 107 | 115 | 117 | 115 | 107 | 127 | 107 | 119 | 117 |
| Дюраль | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 3,3 | 4,1 | 4 | 3,8 | 4,2 | 3,7 | 4,1 | 3,9 | 4,1 | 3,8 |
| Lоткл , мм | 292 | 269 | 278 | 267 | 263 | 289 | 287 | 287 | 295 | 258 |
| Сталь | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 3,7 | 3,6 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,5 | 3,4 | 3,6 |
| Lоткл , мм | 272 | 304 | 269 | 301 | 266 | 274 | 270 | 287 | 293 | 287 |

2.3.4. Аналогично 2.1.5 по результатам измерений вычисляются все погрешности, отклонения и дифференциал хода.

Поскольку алгоритм вычисления аналогичен предыдущему опыту, вышеуказанные значение будут вычислены с помощью excel. Ниже приведена таблица с результатами.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Включение | | | | | Отключение | | | | | Д |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Пластик | 5,16 | -0,2 | 0,2 | 0 | 0,098 | 114 | -6,5 | 4,33 | -1,083 | 2,343 | 122,2 |
| Дюраль | 4 | -0,25 | 0,166 | -0,41 | 0,108 | 278,5 | -11,3 | 11,5 | 0,2 | 3,77 | 291,7 |
| Сталь | 3,5 | -0,175 | 0,116 | -0,29 | 0,063 | 282,3 | -12,1 | 12,4 | 0,3 | 3,866 | 300,7 |

**2.4.Исследование работы магниточувствительных выключателей.**

2.4.1. В стойке поочередно будем устанавливать датчик Холла и выключатель на герконе

2.4.2. В образцовом измерителе установим металлическую мишень

2.4.3. Порядок снятия аналогичен 2.1.1-2.1.4. Данные занести в таблицу 4.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Датчик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Магниточувствительный датчик на герконе | Lвкл , мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл , мм | 9,1 | 8,3 | 9,2 | 10 | 10,1 | 8,9 | 7,8 | 8,1 | 10,1 | 9 |
| Магниточувствительный датчик на эффекте Холла | Lвкл , мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lоткл , мм | 6,3 | 6,1 | 6,2 | 4,3 | 6,1 | 6,3 | 4,5 | 4,4 | 5,2 | 4,3 |

2.4.4. Аналогично 2.1.5 по результатам измерений вычисляются все погрешности, отклонения и дифференциал хода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Включение | | | | | Отключение | | | | | | Д |
|  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| на герконе | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,06 | -0,63 | | 0,64 | 0,01 | 0,33 | 10,1 |
| Холла | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,37 | -0,82 | | 0,84 | 0,02 | 0,18 | 6,3 |

**2.5. Исследование работы ультразвукового бесконтактного конечного выключателя с функцией программирования.**

2.5.1. Произведем программирование датчика:

Установим в крепежную стойку ультразвуковой датчик

Уберем из зоны видимости датчика все посторонние предметы и направим его на мишень.

Нажмем и будем удерживать кнопку на датчике, пока светодиод не начнет мигать периодично зеленым цветом.

Отпустим кнопку. Светодиод по прежнему должен мигать периодично зеленым цветом

Переместим светодиод в положение 51 мм, нажмем и отпустим кнопку. Светодиод начнет мигать оранжевым

Переместим светодиод в положение 270 мм, нажмем и отпустим кнопку. Светодиод горит оранжевым.

Программирование датчика завершено. Светодиод горит оранжевым светом, если мишень обнаружена датчиком (участок 51 – 270 мм) и зеленым, если мишень не обнаружена датчиком (на остальных участках)

2.5.2. Произведем несколько включений/выключений датчика на границе 51 мм

* + 1. Результаты измерений занесем в таблицу 5.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл , мм | 65 | 73 | 73 | 69 | 77 | 77 | 62 | 67 | 67 | 68 |
| Lоткл , мм | 138 | 141 | 132 | 147 | 138 | 144 | 139 | 125 | 131 | 141 |

* + 1. Аналогично 2.1.5 по результатам измерений вычисляются все погрешности, отклонения и дифференциал хода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Включение | | | | | Отключение | | | | | Д |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 69,8 | -3,47 | 5,2 | 0,87 | 1,58 | 137,6 | -8,27 | 3,54 | -2,36 | 2,24 | 85 |

* 1. **Исследование влияния отражающего материала на расстояние срабатывания ультразвукового бесконтактного выключателя.**

2.6.1. В стойке должен быть установлен ультразвуковой бесконтактный выключатель

2.6.2. В образцовом измерителе попеременно будем устанавливать не менее 3 мишеней (разных цветов).

2.6.3 Порядок снятия аналогичен 2.1.1-2.1.4. Данные занести в таблицу 6.

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пластик | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл, мм | 72 | 65 | 77 | 64 | 76 | 64 | 71 | 74 | 70 | 66 |
| Lоткл, мм | 134 | 130 | 150 | 148 | 153 | 142 | 155 | 142 | 135 | 135 |
| Дюраль | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл, мм | 64 | 86 | 66 | 61 | 76 | 58 | 58 | 83 | 69 | 59 |
| Lоткл, мм | 143 | 135 | 160 | 137 | 153 | 122 | 118 | 122 | 155 | 127 |
| Сталь | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lвкл, мм | 68 | 75 | 59 | 58 | 66 | 56 | 82 | 78 | 61 | 71 |
| Lоткл, мм | 159 | 151 | 128 | 114 | 139 | 145 | 120 | 132 | 151 | 163 |

2.6.4. Аналогично 2.1.5 по результатам измерений вычисляются все погрешности, отклонения и дифференциал хода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Включение | | | | | Отключение | | | | | Д |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Пластик | 70,1 | -1,1 | 1,65 | 0,275 | 0,59 | 140,4 | -1,23 | 1,84 | 0,308 | 0,63 | 75 |
| Дюраль | 69,8 | -1,3 | 0,87 | -0,22 | 0,48 | 140,5 | -2 | 1,33 | 0,33 | 0,64 | 74 |
| Сталь | 69,9 | -1,9 | 1,27 | -0,32 | 0,68 | 139,8 | -1,65 | 1,1 | -0,275 | 0,75 | 76 |

* 1. **Снятие и построение статической характеристики индуктивного преобразователя перемещений.**

2.7.1. В стойке должен быть установлен оптический индуктивного преобразователя перемещений. (Разъем датчика подключить к разъему на тыльной стороне стенда).

2.7.2 . В образцовом измерителе установить металлическую мишень.

2.7.3. Изменяя положения ВЭ приближая и удаляя мишень снять не менее 10 точек и построить на одном графике прямую и обратную ветви зависимости выходного напряжения датчика от расстояния между торцом датчика и ВЭ. По данным эксперимента рассчитать и поострить номинальную статическую характеристику датчика. Выходное напряжение при каждом положении ВЭ рассчитывается как среднее их всех результатов измерений при данном положении ВЭ. Произвести не менее 3 опытов. Данные занести в таблицу 7.

Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lпр, мм | 1,5 | 2 | 3,5 | 5 | 7 |
| U, B (1) | 2,05 | 2,63 | 5,01 | 7,22 | 9,02 |
| U, B (2) | 1,95 | 2,72 | 5,09 | 7,25 | 8,87 |
| U, B (3) | 2,01 | 2,65 | 4,96 | 7,4 | 8,92 |
| U, B (ср.) | 2 | 2,67 | 5,02 | 7,29 | 8,94 |
| Lобр, мм | 7 | 5 | 3,5 | 2 | 1,5 |
| Uобр, B (1) | 9,12 | 8,21 | 5,81 | 3,9 | 1,95 |
| Uобр, B (2) | 9,23 | 8,04 | 5,76 | 3,81 | 1,83 |
| Uобр, B (3) | 9,02 | 8,13 | 5,69 | 3,69 | 1,88 |
| Uобр, B(ср.) | 9,12 | 8,13 | 5,75 | 3,8 | 1,89 |

График зависимости выходного напряжения датчика от расстояния между торцом датчика и ВЭ:

2.7.4. Сравнить полученные характеристики с табличными. Рассчитать наибольшее значение суммарной погрешности  как наибольшее по абсолютной величине из экспериментально полученных значений  и . Здесь () – i-ая реализация погрешности при изменении входного сигнала со стороны меньших (больших) значений до значения заданного.

Наибольшее по абсолютной величине из :

Наибольшее значение суммарной погрешности

**Вывод**

В ходе лабораторной работы мы ознакомились с устройством и техническими характеристиками бесконтактных конечных выключателей и индуктивного преобразователя перемещений.

В первом эксперименте мы определили статические характеристики бесконтактных конечных выключателей и индуктивного преобразователя перемещений и вычислили средние арифметические значения результатов наблюдений для емкостного датчика = 2,54, индуктивного = 8,23 и оптического = 118,41, также определили погрешность и гистерезис датчиков.

Во втором эксперименте исследовали влияние различных выключателей на расстояние срабатывания оптического/емкостного бесконтактного выключателя. Сравнили полученные характеристики с табличными и рассчитали значение суммарной погрешности, которая составила .

**Контрольные вопросы**

* 1. Понятие бесконтактный выключатель.

Бесконтактный выключатель — это устройство управления светом без непосредственного участия человека.

* 1. Принцип действия бесконтактного выключателя?

Принцип действия бесконтактных выключателей (датчиков) основан на изменении амплитуды колебаний генератора при внесении в чувствительную зону датчика конкретного материала определенных размеров. Расстояние переключения устройства задается в зависимости от потребностей процесса и разновидности датчика. Бесконтактный способ распознавания объекта воздействия позволяет существенно повысить надежность работы устройства по причине отсутствия движущихся и трущихся деталей.

* 1. Принцип действия индуктивного выключателя?

Индуктивный датчик создает электрические импульсы разной направленности в зависимости от приближения или отдаления объекта. Сигнал обрабатывается пороговым элементом: после превышения определенного уровня напряжения на обмотке датчика включается триггер, который открывает ключ.

* 1. Принцип действия емкостного выключателя?

Емкостные выключатели обнаруживают как металлические, так и диэлектрические объекты. Принцип действия выключателя основан на изменении емкости конденсатора, выполняющего роль чувствительного элемента, при внесении в чувствительную зону объектов.

* 1. Принцип действия магниточувствительных выключателей?

Магниточувствительные датчики служат для обнаружения в пространстве намагниченного объекта. Срабатывание датчика происходит при изменении напряженности магнитного поля, вызванного, например, перемещением постоянного магнита, расположенного на подвижной части механизма.

* 1. Принцип действия ультразвукового выключателя?

В ультразвуковых устройствах применяются кварцевые звуковые излучатели. На звук реагирует настроенный на определенную частоту приемник. Ультразвуковые приборы имеют и другое название — датчики движения и объема. При этом в помещении, где отсутствуют движущиеся объекты, период возврата и амплитуда сигнала являются постоянными. Если в помещении появляется движущийся объект, звуковые волны распределяются иначе, что отражается на изменении в сигнале, получаемом датчиком.

* 1. Принцип действия оптического выключателя?

Оптические бесконтактные датчики обнаруживают контролируемые объекты, отражающие или прерывающие оптическое излучение. Коммутационный элемент у оптических бесконтактных датчиков полупроводниковый или релейный. Дальность действия этих датчиков может достигать значения 150 метров.