ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II»**

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

**Лабораторная работа №1**

|  |  |
| --- | --- |
| По дисциплине: | Технические измерения и приборы |
|  | (наименование учебной дисциплины согласно учебному плану) |

|  |  |
| --- | --- |
| Тема работы: | Исследование мостовой измерительной схемы постоянного тока |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил: студент гр. | | |  | АПГ-22 |  |  |  | Скрябнев А.В. | |
|  | | |  | (шифр группы) |  | (подпись) | |  | (Ф.И.О.) |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата ­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проверил  руководитель работы: |  | ассистент |  |  |  | Лебедик Е.А. |
|  |  | (должность) |  | (подпись) |  | (Ф.И.О.) |

Санкт-Петербург

2024

Цель работы: изучения принципа действия приборов измерения давления.

Основные теоретические сведения

На рисунке 1 представлена структурная схема стенда.

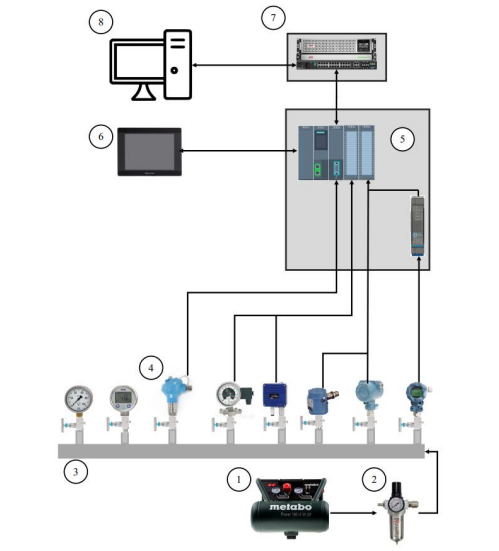


Рисунок 1 – Структурная схема стенда для изучения средств измерения давления

Учебный стенд для изучения измерения давления (рис. 1) состоит из:

1. Компрессора;

2. Газового редуктора;

3. Коллектора;

4. Преобразователей давления;

5. Распределённой системы управления (программируемый логический контроллер);

6. Панель оператора;

7. Источника бесперебойного питания и коммутатора; 8. Системы обработки данных.

Основные компоненты стенда для изучения

1 Датчик давления Метран 55 в комплекте с мембранным разделителем и петлевой прямой трубкой

Датчики давления Метран-55 предназначены для работы в различных отраслях промышленности, системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин - давления избыточного, абсолютного, давления разрежения, гидростатического давления в выходной сигнал

Таблица 1 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Тип измеряемого давления | Избыточное |
| Верхний предел измерения, МПа: | 1,0 МПа |
| Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150 | У1, предельные значения температур окружающего воздуха, минус 40...70 °С |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности | ±, %: 0,5 % |
| Выходной сигнал | 4-20 мА |
| Кабельный ввод | Сальниковый ввод для кабеля с наружным диаметром не более 10 мм |
| Разделитель сред | BW-3M11-A1A0, штуцерный, резьба М20х1,5(Н)/М20х1,5(В) |
| Петлевая трубка | Прямая, внутренняя М20×1,5 — наружная М20×1 |

2 Датчик Давления Метран 150 TGR

Датчики давления серии Метран 150 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности, в том числе в пищевой. Обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин - давления избыточного, абсолютного, давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола.

Таблица 2 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Технологическое соединение | 1/2" NPТ, внутренняя резьба |
| Диапазоны измерений давления | (-101,3) кПа...5,515 МПа |
| Для специального применения | сертификация взрывобезопасности |
| Материал разделительной мембраны, материал деталей, кон тактирующих с рабочей средой | нержавеющая сталь 316L SST |
| Заполняющая жидкость | Кремнийорганическая |
| Сборка с одной разделительной мембраной | Rosemount 1199 |
| Кабельный ввод | С резьбой M20x1,5, материал кабельного ввода - никелированная латунь, тип кабеля - небронированный кабель диаметром 6,1-13 мм, "Взрывонепроницаемая оболочка" |
| Предел допускаемой основной погрешности | ± 0,2% |
| Индикатор | ЖК-дисплей |

3 Датчик Давления Метран 150 TAR

Датчики давления серии Метран 150 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности, в том числе в пищевой. Обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин - давления избыточного, абсолютного, давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола.

Таблица 3 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Тип измеряемого давления | Абсолютное |
| Диапазоны измерений давления | от 0 до 5,515 МПа |
| Технологическое соединение | М20х1,5 внешняя по ГОСТ 25164 исп.1 |
| Материал мембраны | Нержавеющая сталь 316 |
| Заполняющая жидкость | Кремнийорганическая |
| Выходной сигнал | 4-20 мА с цифровым сигналом на базе протокола HART |
| Исполнение по взрывозащите | 1ЕхdIIСТ6, 1ЕхdIIСТ5 и 0ЕхiaIIСТ4 |
| Предел допускаемой основной погрешности | ± 0,075% |

4 Манометр деформационный с трубчатой пружиной PGS23.100 с электроконтактом 821.2

Манометр 233.50.100 — измеритель избыточного давления. Веществами пригодными для измерения служат — жидкости и газы. Существует ряд немаловажных требований к среде измерения — не содержать взвеси и дисперсные частицы, не кристаллизоваться. При соблюдении данных параметров гарантируется долголетнее и надежная эксплуатация манометра давления. Отличается от модели 232.50.100 наличием заполнения полости прибора. На выбор две демпфирующих жидкости — глицерин и силиконовое масло.

Погрешность у манометра с классом точности 1,0, шкала которого рассчитана на 10 бар имеет абсолютную погрешность ±10 бар 1% / 100% = ±0,1 бар.

Таблица 4 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Тип измеряемого давления | Избыточное |
| Верхний предел измерения | 10 Бар |
| Класс точности | 1,0 |
| Диаметр корпуса | 100 мм |
| Материал механизма | Нержавеющая сталь |
| Подключение к процессу | Радиальное, с мембранным разделителем 990.22 (DN1 1/2, "Tri-Clamp") |
| Гидрозаполнение | Глицерин |

5 Манометр электроконтактный WIKA тип PGS23.100

Модель PGS23.1x0 switch GAUGE применяется в случаях, когда необходимо одновременно считывать показания давления по месту его измерения и выполнять функцию замыкания и размыкания электрических цепей.

Таблица 5 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Тип измеряемого давления | Избыточное |
| Верхний предел измерения | 10 Бар |
| Класс точности | 1,0 |
| Резьба подключения | G 1/2 |
| Диаметр корпуса | 100 мм |
| Материал механизма | Нержавеющая сталь |
| Подключение к процессу | Радиальное |
| В комплекте | Электрический переключающий контакт (один замыкающий контакт) |

6 Цифровой датчик давления ZET 7012-1-VER.3

Датчик давления ZET 7012-1-VER.3 в штуцерном исполнении при подключении к магистральной линии монтируются в любом положении, удобном для монтажа, для крепления используется манометрическая резьба М20х1,5 мм.

Погрешность измерения 0,1 %.

Таблица 6 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Тип измеряемого давления | Избыточное давление |
| Верхний предел диапазона измерения | 1 МПа |
| Единицы измерения | мм рт ст, МПа, кПа, Па, кгс/см2, бар, атм, psi |
| Рабочая среда эксплуатации | Жидкости и газы неагрессивные к титановому сплаву и нержавеющим сталям |
| Погрешность измерения | 0,1 % |
| Скорость обмена | 19200 бит/с |
| Частота обновления данных | 1 Гц |
| Интерфейс передачи данных | RS-485 |
| Протокол обмена | Modbus RTU |
| Аналоговый интерфейс | Токовый сигнал: 4-20 мА |
| Сопротивление нагрузки | от 0 до 250 Ом |
| Питание устройства | от 9 до 24 В |
| Мощность потребления | 0,5 Вт |
| Диапазон рабочих температур | от -40 до +80 °С |

7 Преобразователь давления измерительный WIKA CPG500

Преобразователь давления измерительный СРС500 предназначен для измерения и непрерывного преобразования избыточного или абсолютного давления газообразных и жидких сред.

Таблица 7 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Измеряемая физическая величина: | Абсолютное давление |
| Диапазон измерения | -1..+16 бар ( -0.1..+1,6 МПа) |
| Погрешность измерения | 0,25% |
| Резьба подключения | G1/4 |
| Дисплей | 4 1/2 знака |
| Доп. функции | Подсветка и обнуление |
| Отображение в единицах давления | бар, psi(фунт силы /кв дюйм), МПа, кПа, кг/см2 |
| Питание | С двумя батарейками эл питания АА |
| Степень пылевлагозащиты | IP 67 |

8 Электронное реле давления WIKA модели PSD-30

Электронное реле давления с цифровым дисплеем WIKA PSD-30 предназначено для измерения и непрерывного преобразования избыточного или абсолютного давления жидких или газообразных сред в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока или напряжения постоянного тока.

Таблица 8 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Выходной сигнал | Два переключающих выхода (PNP) (M) |
| Единицы измерения | бар (B) |
| Диапазон измерений | 0...10 бар |
| Присоединение к процессу | G 1/2 B (GD) |
| Электрическое подключение | Круглый разъем M12x1 4-контактный (M4) |
| Назначение клемм (распиновка) | UB=1, 0V=3, SP1=4, SP2=2 (S1) |
| Напряжение питания | 15...30 В DC ® |
| Диапазон рабочих температур (среда) | -20...+85°C (2H) |
| Погрешность измерения | 1,0% от диапазона (D) |
| Степень пылевлагозащиты | IP 67 |

Ход работы

С помощью компрессора необходимо было повышать давление на стенде с шагом в 0,1 бар для снятия показаний с 8 манометров, один из которых (PGT7 - Метран 150 TAR) является эталонным.

Таблица 1 – Экспериментальные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Давление | PGT8 | PG2 | PS4 | PT6 | PG1 | PGT5 | PGT7 | PGS3 |
| 0,25 | 0,25 | 0,264 | 0,25 | 0,29 | 0,27 | 0,24 | 0,25 | 0,2 |
| 0,5 | 0,5 | 0,53 | 0,51 | 0,55 | 0,58 | 0,5 | 0,52 | 0,5 |
| 0,75 | 0,75 | 0,77 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,77 | 0,79 |
| 1 | 1 | 1,02 | 1 | 1,05 | 1,02 | 1 | 1,02 | 1,01 |
| 1,25 | 1,24 | 1,27 | 1,25 | 1,3 | 1,27 | 1,26 | 1,27 | 1,24 |
| 1,5 | 1,5 | 1,51 | 1,5 | 1,56 | 1,68 | 1,5 | 1,52 | 1,5 |
| 1,75 | 1,75 | 1,76 | 1,75 | 1,79 | 1,8 | 1,75 | 1,77 | 1,76 |
| 2 | 2 | 2,02 | 2 | 2,05 | 2,02 | 2 | 2,01 | 2 |
| 2,25 | 2,25 | 2,28 | 2,25 | 2,3 | 2,28 | 2,26 | 2,25 | 2,23 |
| 2,5 | 2,5 | 2,52 | 2,5 | 2,48 | 2,6 | 2,51 | 252 | 250 |
| 2,75 | 2,75 | 2,77 | 2,75 | 2,81 | 2,81 | 2,76 | 2,79 | 2,77 |
| 3 | 3 | 3,02 | 3 | 3,06 | 3,02 | 3,01 | 3,03 | 3 |
| 3,25 | 3,25 | 3,275 | 3,25 | 3,31 | 3,27 | 3,25 | 3,27 | 3,23 |
| 3,5 | 3,5 | 3,52 | 3,5 | 3,56 | 3,59 | 3,51 | 3,54 | 3,5 |
| 3,75 | 3,75 | 3,77 | 3,75 | 3,81 | 3,82 | 2,76 | 3,79 | 3,77 |
| 4 | 4 | 4,02 | 4 | 4,06 | 4,01 | 4,01 | 4,04 | 4 |
| 4,25 | 4,25 | 4,28 | 4,25 | 4,31 | 4,26 | 4,27 | 4,3 | 4,23 |
| 4,5 | 4,5 | 4,52 | 4,5 | 4,56 | 4,6 | 4,51 | 4,54 | 4,52 |
| 4,75 | 4,75 | 4,78 | 4,75 | 4,79 | 4,72 | 4,76 | 4,8 | 4,55 |
| 5 | 5 | 5,04 | 5 | 5,06 | 5,02 | 5,01 | 5,05 | 4,8 |

Таблица 2 – Абсолютная погрешность

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Давление | PGT8 | PG2 | PS4 | PT6 | PG1 | PGT5 | PGT7 | PGS3 |
| 0,25 | 0 | 0,014 | 0 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0,05 |
| 0,5 | 0 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,08 | 0 | 0,02 | 0 |
| 0,75 | 0 | 0,02 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0,02 | 0,04 |
| 1 | 0 | 0,02 | 0 | 0,05 | 0,02 | 0 | 0,02 | 0,01 |
| 1,25 | 0,01 | 0,02 | 0 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| 1,5 | 0 | 0,01 | 0 | 0,06 | 0,18 | 0 | 0,02 | 0 |
| 1,75 | 0 | 0,01 | 0 | 0,04 | 0,05 | 0 | 0,02 | 0,01 |
| 2 | 0 | 0,02 | 0 | 0,05 | 0,02 | 0 | 0,01 | 0 |
| 2,25 | 0 | 0,03 | 0 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0 | 0,02 |
| 2,5 | 0 | 0,02 | 0 | 0,02 | 0,1 | 0,01 | 0,02 | 0 |
| 2,75 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,04 | 0,02 |
| 3 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0 |
| 3,25 | 0 | 0,025 | 0 | 0,06 | 0,02 | 0 | 0,02 | 0,02 |
| 3,5 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 | 0,09 | 0,01 | 0,04 | 0 |
| 3,75 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 | 0,07 | 0,99 | 0,04 | 0,02 |
| 4 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0 |
| 4,25 | 0 | 0,03 | 0 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,02 |
| 4,5 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 | 0,1 | 0,01 | 0,04 | 0,02 |
| 4,75 | 0 | 0,03 | 0 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,2 |
| 5 | 0 | 0,04 | 0 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,2 |

График зависимости абсолютной погрешности от давления изображён на рисунке 1.

Рисунок 1 – График зависимости абсолютной погрешности от давления