

Выводы.

Использование комплекса из k равных по номиналу обмоток возбуждения, реализующих методы электрической редукиции и дифференциального измерения, позволило повысить точность измерения и чувствительность датчика в $(k-1)$ раз. Предложенный датчик имеет встроенный контроль для оценки его работоспособности, осуществляет автоматическую калибровку в процессе работы.

Датчик может найти применение в системах автоматизации процесса измерения давления, а также в различных промышленных системах, где необходимы контроль и управление давлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Невлюдов И.Ш. Диагностирование систем управления технологическим оборудованием / И.Ш. Невлюдов, Б.А. Шостак // «АВТОМАТИКА-АУТОМАТИКС XIX-2012»: XIX Международная конференция по автоматическому управлению 26-28 сентября 2012 г.: тезисы докл. – К, 2012 – с. 467-468 .

2. Невлюдов И.Ш. Метод подключения электронных компонентов к автоматизированным измерительным комплексам / И.Ш. Невлюдов, В.А. Палагин, И.В. Жарикова. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/9(61). – С. 4-7.

3. Koshevoy N.D. Comparative Analysis of Pressure Sensors with Digital Output / N.D. Koshevoy, V.A. Gordienko, O.N. Koshevoy, T.G. Rozhnova // Telecommunication and Radio Engineering. – 2003. – Vol. 60, №3,4. – P. 154-156

4. Рожнова Т.Г. Датчики давления для информационно-измерительных систем летательных аппаратов / Т.Г. Рожнова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: XIII международный молодежный форум 30 марта –1 апреля 2009 г.: тезисы докл. – Х., 2009. – Ч. 1. – С. 231.

5. Пат. 14425 Україна, МКВ⁷ G 01 L 9/10. Датчик тиску / Гончаров С.О., Кошовий М.Д., Рожнова Т.Г.; заявник та власник Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського "ХАІ". – № U 200510966; заявл. 21.11.2005; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.

УДК 681.2:658.011.56:531.787

ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ С АВТОМАТИЧЕСКИМ САМОКОНТРОЛЕМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И САМОКАЛИБРОВКОЙ

К.т.н. Д.В. Мосьпан¹, к.т.н. Т.Г. Рожнова², к.т.н. Р.Ю. Аллахверанов², С.А. Гончаров³

1. Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского

2. Харьковский национальный университет радиоэлектроники

3. Харьковский национальный аэрокосмический университет им. М.Е.Жуковского

В статье рассмотрены вопросы разработки датчиков давления с цифровым выходом со встроенным самоконтролем работоспособности и возможностью проводить калибровку периодически в процессе работы устройства в реальном времени, без применения специальных эталонных средств. Это позволит использовать предложенный датчик в системах автоматизации управления и контроля давления при гибком производственном процессе.

У статті розглянуто питання з розробки датчиків тиску з цифровим виходом із вбудованим самоконтролем працездатності та можливістю проводити калібрівку періодично в процесі роботи пристрою в реальному часі, без використання спеціальних еталонних засобів. Це дозволить використовувати запропонований датчик у системах автоматизації управління та контролю тиску при гнучкому виробничому процесі.

The article is devoted to the development of pressure sensor with digital output and performance self monitoring function. This sensor has possibility to carry out calibration during operation without any special reference instruments in real-time. These sensor features gives the possibility of using it in the automatic control and pressure diagnostic systems during flexible manufacturing process.

Ключевые слова: датчик давления, самоконтроль, калибровка

Введение. В большинстве современных интеллектуальных датчиков давления встраивается схема контроля его работоспособности, однако в конструкцию датчиков не заложены принципы, которые позволили бы производить измерения с приемлемой точностью при отказе одного из функциональных блоков датчика. В реальных условиях пользователь вынужден рассматривать различные рабочие характеристики множества датчиков, чтобы выбрать из них оптимальный для конкретных условий применения, причем этот выбор зависит от многих факторов (стоимость, точность, температура, вид среды, информационная, конструктивная и технологическая совместимость со средствами обработки верхнего уровня системы и т.д.).

Постановка задачи исследования. Проведенные исследования [1-4] позволили установить, что существует достаточно обширное семейство датчиков для измерения давлений. В зависимости от назначения датчиков и технических условий эксплуатации все они обладают определенными преимуществами и недостатками.

В большинстве случаев критерием выбора метода измерения и конструкции датчика давления является высокая точность измерения (приведенная погрешность не более 0,01%).

Современные общепромышленные измерительные преобразователи давления (ИПД) – это интеллектуальные, со встроенным микропроцессором, интегральные преобразователи с цифровым интерфейсом. Они обладают свойствами диагностики и конфигурирования на расстоянии (установка нуля и диапазона шкалы, выбор технических единиц, ввод данных для идентификации и физического описания датчика и т.п.), обеспечивают более высокое соотношение измеряемых диапазонов, улучшенную температурную компенсацию, повышенную основную точность.

В работе рассматриваются вопросы информационно-измерительных технологий, актуальные для авионики на современном этапе: разработка бесконтактных датчиков; повышение точности измерений за счет уменьшения систематической погрешности путем индивидуальной калибровки.

Проведенный анализ методов, устройств и систем автоматизации измерения давления [1-3] позволил сформулировать одну из важных задач, возникающую при автоматизации измерения давления, такую как, разработка современных датчиков давления с цифровым выходом с встроенным самоконтролем работоспособности и самокалибровки.

Результаты исследования. Предложен усовершенствованный датчик давления [5]. Для повышения его метрологических характеристик предложено осуществлять автоматический самоконтроль его функционирования и проводить периодическую самокалибровку.

В предлагаемом датчике величина входного давления определяется по координатам измерительной катушки, закрепленной на мембранной коробке, путем введения системы катушек возбуждения, двухпозиционных ключей, аналого-цифрового преобразователя и микроконтроллера.

Микроконтроллер выполняет задачи, которые можно разделить на две группы: задачи, связанные с обеспечением аппаратно-программного взаимодействия частей схемы, необходимых для проведения измерений и задачи математической обработки результатов и внесения калибрующих поправок.

Управляющий микроконтроллер для проведения полного цикла измерения обеспечивает: первоначальную настройку самого микроконтроллера и жидкокристаллического индикатора; управление блоком коммутации; непосредственное измерение выходного сигнала с помощью встроенного АЦП.

Самокалибровка предполагает задание некоторых опорных значений – эталонов. При линейной передаточной функции таких значений должно быть как минимум два, после получения этих двух значений можно

откорректировать наклон характеристики, а также скомпенсировать дрейф нуля.

В предложенном приборе возможно проведение калибровки измерительного тракта всего прибора, то есть тракта «давление – показания индикатора (выходной цифровой сигнал)», и части тракта «возбуждающая катушка – результат измерения действующего значения на измерительной катушке». В структуру прибора заложена некая избыточность, позволяющая произвести автоматический самоконтроль.

При калибровке определение масштаба измеряемой величины x по выходной величине y возможно двумя способами:

- 1) определение передаточной характеристики $y=f(x)$ на определенной частоте;
- 2) определение частотной характеристики при заданном значении амплитуды.

Процесс калибровки в любом случае предполагает использование опорного сигнала.

Калибровка всего измерительного тракта [4] предполагает подачу на вход ряда заранее известных давлений, которые будут либо вырабатываться прецизионным датчиком давления, либо измеряться прецизионным измерительным преобразователем. Для калибровки линейной передаточной функции достаточно задать два эталонных значения давления. При этом для обеспечения автоматизированного процесса калибровки необходимо сообщить устройству величину задаваемого давления и моменты включения и выключения подачи эталонного давления на вход устройства.

Калибровка: на вход измерительного преобразователя (ИП) подаются два давления: $x_k = 0$ и $x_k = x_{2ef}$ при этом

$$y_k = k x_k + y_0, \quad (1)$$

где $y_0 = y_k$, при $x_k = 0$, тогда

$$k = (y_k - y_0) / x_k. \quad (2)$$

Калибровка измерительного тракта «измерительная катушка – выходной цифровой сигнал» может выполняться без применения специальных эталонных средств. Данный факт позволяет проводить этот вид калибровки периодически в процессе работы устройства в реальном времени. Суть данной корректировки состоит в следующем: имеется шесть результатов измерения положения измерительной катушки за один полный цикл измерения, это представляет собой запас избыточности, он может быть использован как для калибровки, так и для определения отказов, то есть для автоматического самоконтроля.

Калибровка измерительного тракта «измерительная катушка – выходной цифровой сигнал» представляет собой построение отдельных передаточных характеристик для каждой задающей катушки, что позволит скорректировать измерительную часть информации на ранних этапах. Коррективы будут

вноситься после завершения всего цикла измерения. Сигнал, измеренный при подключении калибрующей катушки L5, определяет значение характеристики в точке $x=0$. В данном случае величиной x является геометрическое расположение измерительной катушки, а y – средневывпрямленное напряжение, снимаемое с этой катушки при подключении различных обмоток возбуждения. То есть, из уравнения

$$y_k = kx_k + y_0, \quad (3)$$

где $y_0 = y_k$ при $x_k = 0$, полученное при подключении калибровочной катушки, можно определить k

$$k = (y_k - y_0) / x_k. \quad (4)$$

Таким образом для каждой задающей обмотки производится автоматическая коррекция зависимости средневывпрямленного напряжения измерительной катушки от ее геометрического положения.

В течение полного цикла измерений получают шесть напряжений, пропорциональных расстоянию между задающими и измерительной катушками. Эти величины используются для определения отказов (автоматического самоконтроля).

Автоматический контроль проводится следующим образом. На первом этапе измерения определяются четыре величины напряжения, они пропорциональны расстоянию между измерительной и соответствующими задающими обмотками. Для нахождения заведомо ложного результата сравниваем максимальное и минимальное положения катушки, определенные при подключениях двух каких либо задающих катушек. Если они различаются больше чем на 5%, то делаем вывод, что измерения при подключении одной из катушек было сделано неверно. После такого вывода можно сравнить эти результаты с остальными, и исключить неверный. Если данная ошибка повторяться периодически, то катушка, дающая неверный результат, будет считаться неисправной. Если значение координаты измерительной катушки, которое получено после первого этапа измерения, отличается от значения, полученного на втором этапе более чем на 3%, то это

означает, что в устройстве обнаружено несоответствие, причиной которого может быть уход характеристик от допустимых, что вызвано собственно отказом устройства.

Выводы

Предложенный аэрометрический датчик давления может использоваться в авиационном приборостроении для измерения высоты, скорости и других параметров, имеет встроенный контроль для оценки его работоспособности. С помощью калибровочной катушки возможно проводить калибровку, что дает возможность использовать датчик в системах автоматизации управления и контроля давлением при переналаживаемых производственных процессах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Невлюдов И.Ш. Диагностирование систем управления технологическим оборудованием / И.Ш. Невлюдов, Б.А. Шостак // «АВТОМАТИКА-АУТОМАТИКС XIX– 2012» : XIX Международная конференция по автоматическому управлению 26-28 сентября 2012 г. : тезисы докл. – К., 2012 – с. 467-468 .
2. Невлюдов И.Ш. Метод подключения электронных компонентов к автоматизированным измерительным комплексам / И.Ш. Невлюдов, В.А. Палагин., И.В. Жарикова. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/9(61). – С. 4–7.
3. Рожнова Т.Г. Датчики давления для информационно-измерительных систем летательных аппаратов / Т.Г. Рожнова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : XIII международный молодежный форум 30 марта –1 апреля 2009 г. : тезисы докл. – Х., 2009. – Ч. 1. – С. 231.
4. Кошевой Н.Д. Измерительные преобразователи систем контроля параметров энергоносителей летательных аппаратов и промышленных топливно-энергетических комплексов / Н.Д. Кошевой, А.В. Заболотный, В.А. Кныш, А.Г. Михайлов, Т.Г. Рожнова, А.Н. Саттаров // Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки : VII міжнар. науково-технічна конф. 23 – 24 квітня 2009 г. : тези доповід. – К., 2009. – Ч. 1. – С. 59–63.
5. Пат. 14425 Україна, МКВ7 G 01 L 9/10. Датчик тиску / Гончаров С.О., Кошовий М.Д., Рожнова Т.Г.; заявник та власник Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського "ХАІ". – № U 200510966; заявл. 21.11.2005; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.