

УДК 681.2:658.011.56:531.787

ИНДУКЦИОННЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

Д.т.н. А.А. Андрусевич¹, к.т.н. Т.Г. Рожнова¹, к.т.н. Р.Ю. Аллахверанов¹, С.А. Гончаров²

1. Харьковский национальный университет радиоэлектроники

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

Предложены функциональная и конструктивная схемы датчика давления, который может применяться в авиационном приборостроении и имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими. Датчик можно применять в системах контроля и диагностики, а также в информационно-измерительных системах для измерения давления.

Запропоновано функціональну і конструктивну схеми датчика тиску, який можна використовувати в авіаційному приладобудуванні, та у порів'язанні з існуючими датчиками має ряд переваг. Датчик знайде застосування в системах контролю та діагностики, а також у інформаційно-вимірювальних системах для вимірювання тиску.

In this paper the functional and construction schemes of pressure sensor that can be used in aviation instrumentation and that has a number of advantages in comparison with existing ones are proposed. This sensor can be applied for control and diagnostic systems as well as in information measuring systems of various purposes to pressure measurement.

Ключевые слова: датчик давления, самоконтроль, точность, чувствительность

Введение. Проведенный анализ современного рынка по предлагаемым датчикам давления для автоматизации процессов измерения данного параметра показал, что датчики обладают достаточной точностью для большинства технических целей, а использование специальных аппаратно-программных средств позволяет компенсировать температурную погрешность и осуществлять перестройку диапазона измерений в широких пределах [1-3]. Но необходимо обратить внимание, что изготовление таких датчиков предполагает осуществление сложного и дорогостоящего технологического процесса. В результате чего цена таких датчиков часто оказывается слишком высокой для отечественного потребителя.

Анализ известных разработок. Исходя из вышеперечисленных причин, отечественный потребитель часто останавливается на выборе более дешевых индукционных преобразователей давления, не столь точных как хотелось бы. Чувствительным элементом таких преобразователей часто выступает мембранная коробка, а погрешность измерения $\pm 1,5\%$ у современных устройств (ДФМ6), в большинстве случаев, удовлетворяет техническим требованиям.

Западноевропейские лидеры в этой области постоянно патентуют новые индукционные датчики. Новшества касаются как схемотехники, так и конструкции датчиков. В России работают две-три

электротехнические компании по производству таких датчиков [4].

Результаты исследования. Известен датчик измерения давления, принцип работы которого основан на индукционном методе измерения сигнала [2]. Измеренный сигнал снимается на выходе измерительной катушки, установленной на чувствительном элементе, сигнал наводится катушкой возбуждения, включенной в цепь генератора.

Недостатками данного устройства является сравнительно низкая точность и чувствительность.

Для устранения отмеченных недостатков предложен усовершенствованный датчик давления, принцип работы которого основан также на индукционном методе измерения сигнала. Величина входного давления определяется по координатам измерительной катушки, которая закреплена на мембранной коробке, путем введения системы катушек возбуждения, двухпозиционных ключей, аналого-цифрового преобразователя и микроконтроллера [5].

Точность и чувствительность усовершенствованного индукционного датчика давления по сравнению с прототипом [2] увеличивается в $(k-1)$ раз, где k – количество обмоток возбуждения.

Для повышения точности, чувствительности и удобства сопряжения индукционного датчика давления предлагается устройство [5], структурная схема которого представлена на рис. 1.

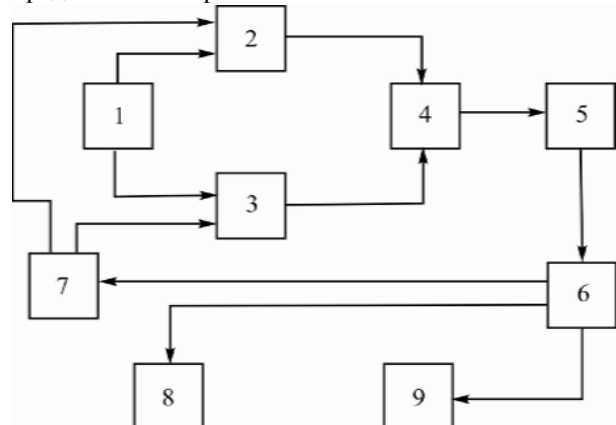


Рис. 1 Структурная схема предлагаемого устройства измерения давления

Генератор 1 подключен к блоку возбуждения 2 и блоку 3 автоматической калибровки. Блоки 2 и 3 индуктивно связаны с измерительным блоком 4, к выходу которого подключен преобразователь 5,

соединенный с управляющим блоком 6. Управляющий блок 6 выводит информацию на индикатор 8 и на блок интерфейсов ввода-вывода 9, а также выдает управляющие сигналы блоку коммутации 7, связанному с измерительным блоком 2 и блоком калибровки 3.

Предложенное устройство позволяет провести несколько относительно независимых измерений за счет использования блока возбуждения. Применение специальных программно-аппаратных средств позволяет реализовать идею проведения дифференциальных измерений. Кроме этого, блок управления 6 осуществляет математическую обработку и коррекцию результатов измерений.

Структурная схема реализована в устройстве, которое состоит из генератора, к выходу которого с помощью системы двухпозиционных ключей подключена система из k включенных встречно обмоток возбуждения, индуктивно связанных с измерительной катушкой, установленной на подвижном чувствительном элементе. Кроме этого, к генератору с помощью системы двухпозиционных ключей подключается калибровочная обмотка, индуктивно связанная с измерительной и установленная на чувствительном элементе. Измерительная катушка связана с фильтром, выход которого подключен к аналого-цифровому преобразователю. АЦП соединен с управляющим микроконтроллером, который управляет комплексом двухпозиционных ключей, выводит информацию на индикатор и интерфейсный модуль и осуществляет усреднение измерительной информации, отсеивает заведомо ложные измерения и периодически осуществляет калибровку.

Введение таких дополнительных элементов как комплекс из k равных по номиналу встречно включенных обмоток возбуждения, системы двухпозиционных ключей, полосового фильтра, аналого-цифрового преобразователя, микроконтроллера, калибровочной катушки и включение этих элементов, согласно функциональной схемы, позволило существенно увеличить точность измерения и чувствительность устройства.

Функциональная схема устройства для случая $k = 4$ приведена на рис. 2.

Выход генератора 1 с помощью системы двухпозиционных ключей 2 (K1– K12) соединен с комплексом обмоток возбуждения 3 (L1– L4), а также с калибровочной катушкой L5. Каждая из обмоток (L1– L4) комплекса 3, а также калибровочная катушка L5 связаны индуктивно с измерительной катушкой L6, которая соединена с полосовым фильтром 5, подключенным к последовательно соединенным АЦП 6 и микроконтроллеру 7. Микроконтроллер 7 управляет системой двухпозиционных ключей 2, индикатором 8 и интерфейсным блоком 9.

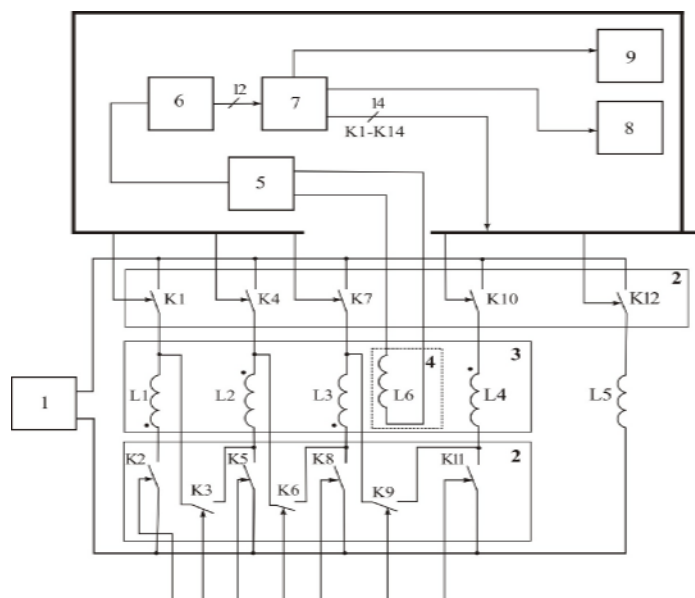


Рис. 2 Функциональная схема устройства

Устройство работает следующим образом.

Цикл измерения состоит из двух этапов. На первом этапе путем последовательной коммутации пар ключей K1 и K2, K4 и K5, K7 и K8, K10 и K11 к выходу генератора подключаются обмотки L1, L2, L3 и L4, а микроконтроллер 7 регистрирует четыре величины, полученные при измерении сигналов с выхода катушки L6.

На втором этапе замыкаются ключи K8, K9 и K10, при этом обмотки L3 и L4 соединяются последовательно. Токи, протекающие через эти катушки будут равны, а значит и величины магнитных потоков, которые пронизывают эти катушки, будут равными и направленными встречно. Суммарный магнитный поток, который пронизывает катушку L6, будет равным сумме магнитных потоков, которые наводятся обмотками L3 и L4, а сигнал, снимаемый с измерительной катушки L6, будет пропорционален ее отклонению от среднего положения между обмотками L3 и L4, и при отклонении от этого положения, сигнал на выходе катушки L6 будет нулевым. По дифференциальному сигналу с выхода измерительной катушки L6 и по координатам обмоток L3 и L4, по результатам, полученным на первой стадии, определяются координаты геометрического центра измерительной катушки L6, по ним и определяется величина входного параметра давления. Также по этим координатам проводится введение калибрующих поправок и коррекций.

Периодически проводится автоматическая калибровка путем подключения калибрующей обмотки L5. При этом измеряется сигнал с выхода катушки L6 и сравнивается с сигналом, записанным в память микроконтроллера.

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.

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.