

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики полупроводников

Датчик потока воздуха для системы «Умный дом»
АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
МАГИСТРА

Студентки 2 курса 204 группы
по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
факультета нано - и биомедицинских технологий
Хисаметдиновой Альфии Ильясовны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н. _____ М.В. Ломова
должность, место работы, уч. степень, уч. звание подпись, дата инициалы, фамилия

Консультант

к.ф.-м.н., _____ С.А. Портнов
должность, место работы, уч. степень, уч. звание подпись, дата инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

Заведующий кафедрой физики полупроводников СГУ,
д.ф.-м.н., профессор _____ А.И. Михайлов
должность, место работы, уч. степень, уч. звание подпись, дата инициалы, фамилия

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день датчики потоков воздуха, в основе которых лежит принцип работы анемометров, применяются в совершенно различных сферах человеческой деятельности, от метеорологов, санитарных служб до применения прибора в промышленной сфере, в сельском хозяйстве, энергетике и других областях. Современный анемометр представляет из себя высокоточный сложный цифровой прибор, который может помимо измерения скорости воздушного потока проводить еще измерение его качественных и количественных показателей, таких как, температура, масса воздуха, его влажность.

Функциональные возможности и точность проводимых измерений, а также, такие важные эксплуатационные характеристики, как пыль и влагозащищенность, возможность работать в условиях агрессивной среды, в взрывоопасных условиях и в экстремальных температурных режимах, различаются для разных моделей анемометров. Поэтому, выбор конкретной модели этого измерительного прибора должен выполняться с точки зрения оптимального решения всех задач, которое планируется выполнять с его помощью. При этом, прежде чем приобретать конкретную модель этого прибора, необходимо тщательно изучить все его технические характеристики и возможности решения поставленной задачи.

Стоит отметить, что некоторые модели цифровых анемометров позволяют подключать их к персональному компьютеру по стандартным портам, что позволяет использовать их в качестве датчиков систем обеспечения требуемых параметров воздуха в помещении. Например, к вентиляционным системам различного вида производства, где предъявляются повышенные требования к параметрам работы систем вентиляции, ведь малейшее отклонение скорости воздуха, подачу которого обеспечивает вентиляционная система, от нормы может уже буквально через несколько часов стать причиной брака производственного процесса и привести к значительным убыткам. То же касается и систем обеспечения

безопасности людей, например, в шахтах, производственных цехах с большим количеством вредных выделений в атмосферу окружающего воздуха, которые должны своевременно удаляться вентиляционной системой. Малейшее нарушение работы вентиляции может привести не только к тяжелым отравлениям, но и к трагическим последствиям.

Если говорить о применении анемометров в жилых помещениях, то возникают трудности в виде размеров таких приборов, несовместимых с размерами жилых помещений, а также о дороговизне подобных устройств, особенно применимых в системе «Умный дом».

Целью выпускной квалификационной работы магистра - спроектировать анемометр, способный определять скорость и направление потоков воздуха со скоростями менее 1 м/с и созданный на основе широко распространённых компонентов, способного определять направление потока, пригодного для использования в системе «Умный дом». Для достижения поставленной цели будут решены следующие **задачи**:

- Обзор литературы заданной тематики;
- Анализ существующих датчиков;
- Расчёт оптимальных параметров проектируемого датчика;
- Разработка датчика потока воздуха, пригодного для установки в жилом помещении, имеющего упрощенную конструкцию, с использованием широкодоступных материалов;
- Тестирование изготовленного датчика в условиях жилого помещения;

Выпускная магистерская работа состоит из введения, 3 глав, заключения и списка используемых источников (54 наименования). Объем выпускной магистерской работы изложен на 56 страницах, содержит 2 таблицы, 21 формулы и 25 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы выпускной квалификационной работы, сформулирована основная цель работы, и конкретные задачи для выполнения поставленной цели.

Первая глава представляет собой описание технологии «Умный дом», а также обзор литературы на тему существующих на сегодняшний день видов анемометров и их стоимость.

Умный дом — жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. Под «умным» домом следует понимать систему, которая обеспечивает безопасность и ресурсосбережение (в том числе и комфорт) для всех пользователей. Назначение данной системы заключается в Контроле работы различных систем с целью экономии затрат на коммунальные услуги, повышение уровня безопасности за счет мониторинга помещения и придворной территории и полного контроля дома даже при длительном отсутствии хозяина. К недостаткам «Умного дома» относятся дороговизна системы, риск сбоя работы дорогостоящего оборудования и отсутствие сопровождения компаниями работы системы при сбое.

Как уже было сказано выше, анемометр - прибор, который предназначен для измерения скорости движения воздуха в различных помещениях, а также ветра на открытом пространстве.

Анемометры, различаются между собой по принципу действия и по техническим характеристикам. Их работа основана на разных способах измерения скорости воздушного потока с помощью чувствительного элемента и методе обработки полученного от элемента сигнала. Приборы могут иметь в своей конструкции подвижные элементы, которые приходят в непрерывное или периодическое движение под давлением измеряемой жидкости или газа и при этом отмеривают определенные объемы или массы измеряемого вещества. Такие измерительные устройства могут быть крыльчатками и чашечными. Чувствительный элемент может быть открытый

или закрытый обтекателем; обтекатель уменьшает чувствительность прибора к пространственным неоднородностям. Скорость вращения, измеренная соответствующим тахометрическим устройством, пропорциональна скорости воздушного потока.

Недостатком приборов этого типа является возникновение пульсаций давления и расхода вследствие неравномерного перемешивания газа в пределах одного оборота, что приводит к возникновению сравнительно большой погрешности и уменьшает чувствительность измерений. Этот недостаток не позволяет использовать их в качестве образцовых средств.

При выборе прибора для решения конкретных практических задач по измерению скорости воздушных потоков необходимо учитывать множество факторов, таких как диапазон измерений, погрешность измерения скорости воздушного потока, диапазон рабочих температур, степень защиты от воздействия агрессивных факторов окружающей среды.

Измерение малых расходов жидкостей и газов является важным условием при проведении многих научно-исследовательских работ, создании различного типа установок и контроле разных промышленных процессов. Для этих целей наиболее подходящим является применение тепловых анемометров. Многие современные модели позволяют измерять не только скорость воздушных потоков, что является наиболее распространенным применением прибора, но и объемный расход воздуха, температуру воздуха.

В основе работы тепловых анемометров лежит принцип измерения зависящего от расхода эффекта теплового воздействия на поток или чувствительный элемент, контактирующий с потоком. Приборы этого типа широко применяются для измерений в газовых средах, реже в жидкостях. По характеру теплового взаимодействия с измеряемым потоком они подразделяются на калориметрические, термоконвективные и термоанемометрические. Первые два типа имеют большую инерционность, при этом вторые устройства малоинерционны, что является одним из их преимуществ. Именно принцип работы тепловых анемометров и был

положен в основу данной работы.

Во второй главе описываются основные принципы регулирования вентиляции, вентиляционное оборудование, способы распределения воздуха, системы с постоянным и переменным расходом воздуха, а также комбинирование данных систем, измерение расхода воздуха.

Задачи распределения воздуха системой кондиционирования включают в себя различные группы регуляторов, с источником питания и без, балансировка и полное закрытие участков воздуховода, специальные решения для систем вентиляции лабораторий.

Расход воздуха, который может быть переменным и постоянным – важная часть при разработке систем кондиционирования. Системы с постоянным расходом воздуха обеспечивают постоянный расход воздуха в каждой зоне. Однако существуют различные системы, отличающиеся друг от друга с технической точки зрения, а также с точки зрения эксплуатационных расходов. Особенно важной задачей систем кондиционирования зданий является поддержание необходимого качества воздуха в помещениях и экономичность функционирования. Этого можно достичь с помощью систем с переменным расходом воздуха. В каждое помещение или рабочую зону поступает объем воздуха, необходимый для поддержания требуемых критериев комфорта. Регулирование потоков воздуха выполняется с помощью электронных компонентов управления, для которых необходима дополнительная электрическая или пневматическая энергия. В большинстве случаев, регулирование температуры воздуха в помещении отражается в требованиях к вентиляции.

В одной системе могут сочетаться участки с переменным и постоянным расходом воздуха. Регулирующие устройства для переменного и постоянного расхода воздуха могут быть расположены рядом на одном участке.

При любом способе регулирования расхода воздуха особенно важна точность измерения. Следовательно, особое внимание следует уделить устройству, необходимому для выполнения измерения расхода воздуха.

Движущийся поток воздуха создает разность температур на устройстве с использованием термисторов, который можно измерить, если заранее знать температуру нагрева элементов.

В третьей главе представлен процесс создания датчика потока воздуха. Датчик создан по технологии печатного монтажа на основе термисторов с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (справочных данных нет), собранных в стандартном корпусе для поверхностного монтажа Smd 0805. Печатная плата создана методом травления незащищённых участков медной фольги фольгированного стеклотекстолита. Маска создавалась на поверхности фольги методом термопереноса полимерного красителя со смываемой бумажной основы с последующим ретушированием. Травление осуществляли в ненасыщенном растворе трёхвалентного хлорида железа при постоянном визуальном контроле подтравливания дорожек.

Программирование устройства проходило в среде Arduino UNO на базе маломощных восьмиразрядных микроконтроллеров, которые разработаны на основе AVR RISC архитектуры микроконтроллера - ATmega 328.

Вместе с листингом программы подробно описан его алгоритм, предназначенный для измерения и отладки показаний датчика. Протестировав датчик при комнатной температуре, выяснилось, что на равновесное состояние прибор выходит в течении 500 секунд. Чтобы откалибровать устройство, покрыли его тонким слоем лака и поместили в воду. Далее зафиксировали показания датчиков при температуре +25°C, +35°C, +45°C, +55°C, то есть в 4 точках и произвели калибровку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- 1 Выполнен литературный обзор по существующим анемометрам, проанализированы их достоинства и недостатки, а также сферы применения, В частности, более подробно были рассмотрены термоанемометры швейцарской компании IST;
- 2 Ознакомились с технологией «Умный дом»;
- 3 Изучены основные принципы регулирования вентиляции и кондиционирования в различных видах помещений;
- 4 Была построена математическая модель макета датчика потока воздуха;
- 5 Спроектирован, протестирован и откалиброван макет датчика потока воздуха, на основе широко используемых материалов и компонентов, что позволило сделать такое устройство в 2-3 раза дешевле существующих анемометров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 А.Р. Technology [Электронный ресурс] / Устройства и технологии системы «Умный дом» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aptech.ru/tehnologii-dom/> (дата обращения 10.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 2 Крупнейшее в Европе IT-сообщество [Электронный ресурс] / Хабрахабр [Электронный ресурс]. URL: <https://habrahabr.ru/company/efo/blog/280031/> (дата обращения 20.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 3 IST AG [Электронный ресурс] / Innovative Sensor Technology IST AG [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ist-ag.com/en> (дата обращения 20.05.2016). Загл. с экрана. Яз.англ.
- 4 Пат. 2451295 Российская Федерация. Термоанемометр и способ его изготовления / Дюжев Николай Алексеевич, Рыгалин Дмитрий Борисович, Беспалов Владимир Александрович, Зарубин Игорь Михайлович. Заявка № 3005112548/33 от 15.03.2008. Оpubл. 20.06.2008. Бюл. №87
- 5 Первичные преобразователи, микросхемы, готовые модули [Электронный ресурс] / Тепловые первичные преобразователи [Электронный ресурс]: URL <http://efo-sensor.ru> (дата обращения 20.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 6 AZOSENSORS [Электронный ресурс]/ Ведущее онлайн издание для датчиков [Электронный ресурс]. URL: <http://www.azosensors.com/aboutus.aspx> (дата обращения 22.05.2017). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 7 Пат. 2427843 Российская Федерация. Способ термоанемометрических измерений / Н. И. Дудкин, И. С. Адаев. Заявка №64432006325/11 от 10.02.2006. Оpubл. 21.05.2006
- 8 Фрайден, ДЖ. Современные датчики электроники: Справочник / Фрайден Дж. К: Техносфера, 2005. 325 с.

- 9 Хоровиц, П. Искусство схемотехники: учеб. Пособие для студентов вузов : в 2 ч. / П. Хоровиц. М. : Изд-во «Мир», 1986. 581 с.
- 10 А.Р. Technology [Электронный ресурс] / Устройства и технологии системы «Умный дом» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aptech.ru/tehnologii-dom/> (дата обращения 10.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 11 Росстат [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru (Дата обращения 22.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 12 NTPO [Электронный ресурс] / Независимый научно - технический портал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ntpo.com/> (Дата обращения 21.05.2016) Загл. с экрана. Яз.рус.
- 13 Файловый архив для студентов [Электронный ресурс] / Датчик в промышленной сфере [Электронный ресурс]. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/4415746/page:6/> (дата обращения 20.05.2016) Загл. с экрана. Яз.рус.
- 14 Интернет - портал министерства сельского хозяйства Российской федерации [Электронный ресурс]: Офиц. Сайт. 2002-2015 URL: <http://www.mcx.ru/> (Дата обращения 21.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 15 Датчики и сенсоры [Электронный ресурс] / Онлайн журнал, практика использования, теоретические основы и современные тенденции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcx.ru/> (Дата обращения 20.05.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 16 Электромонтажные работы – технический портал [Электронный ресурс]. URL: https://electric-220.ru/news/princip_raboty_termistora/2015-05-21-882 (Дата обращения 21.05.2017). Загл. с экрана. Яз.рус.