

Блок управления тепловой пушкой

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

В статье описана схема и алгоритм работы блока управления мощной тепловой пушкой.

Тепловые пушки (тепловентиляторы) применяются для обогрева жилых и производственных помещений, а также на производственных предприятиях в различных технологических процессах. В настоящее время на рынке представлены самые разнообразные тепловые пушки и средства их автоматизации, которые позволяют реализовать любой алгоритм работы и адаптировать тепловую пушку к технологическому процессу. Следует отметить, что на рынке работают фирмы (в том числе и отечественные, причём не только посредники, но и научно-производственные фирмы), которые могут предложить широкий спектр элементов автоматизации – от датчика температуры до терморегулятора и систем сбора данных и управления технологическим процессом. Это значительно упрощает жизнь разработчикам подобных приборов и систем.

Блок управления с подключенной тепловой пушкой и датчиком температуры реализует следующие функции:

- поддержание заданной температуры;
- задание временного интервала на выключение вентилятора;
- дистанционное управление тепловой пушкой;
- передачу измеренных значений, а также значений параметров, характеризующих работу прибора, на внешние устройства управления и сбора данных по интерфейсу RS-485;
- возможность изменения значений параметров с использованием интерфейса RS-485.

Принципиальная схема блока управления с подключенной тепловой пушкой и датчиком температуры показана на рисунке 1.

Блок управления содержит автомат защиты QF1, измеритель-регулятор AS1, реле времени AS2, симисторные блоки AF1 – AF4, AC/DC-преобразователь U1, реле K1. К блоку управле-

ния подключены тепловая пушка A1 и датчик температуры B1. Тепловая пушка A2 состоит из электронагревателя AB1 и вентилятора AB2. Рассмотрим более подробно перечисленные узлы.

Блок управления разработан на базе измерительного регулятора (далее – терморегулятор) МЕТАКОН-523-T-TC (AS1) фирмы «КонтрАвт». Выходной транзистор VT1 в терморегуляторе показан условно (см. рис. 1). Прибор измеряет температуру с помощью первичного термопреобразователя сопротивления и выполняет функции ПИД-регулирования с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходного сигнала и аварийной сигнализации по двум независимым уровням, выдаёт управляющие и информационные сигналы для других элементов АСУ ТП. Прибор устанавливается в стойку с контрольно-измерительной аппаратурой (КИП) и рассчитан на щитовой монтаж в вертикальной плоскости.

Основными функциями терморегулятора AS1 являются:

- измерение электрического сопротивления первичного термопреобразователя сопротивления (ТСР), преобразование сопротивления в соответствии с номинальной статической характеристикой в значение температуры и индикация результата измерения в градусах Цельсия;
- пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) (а также П, ПИ, ПД) регулирование с широтно-импульсной модуляцией выходного сигнала;
- раздельное задание параметров ПИД-регуляторов для каждого канала;
- автоматический и ручной режимы работы ПИД-регулятора;
- «безударный» переход из ручного режима управления к автоматическому регулированию и обратно;
- отключение накопления интегральной составляющей;

- ограничение минимального и максимального значения сигнала управления;
- сигнализация по двум независимым уровням;
- диагностика обрывов линии подключения входных сигналов и перевод работы канала в аварийный режим;
- оптическая изоляция выходных цепей от остальных цепей прибора;
- индикация измеренного значения входного сигнала и значений параметров на четырёхразрядном цифровом дисплее;
- индикация кодов параметра на двухразрядном цифровом дисплее;
- светодиодная индикация состояния выходных сигналов;
- возможность автоматического переключения индикации измеренного значения входного сигнала по каналам;
- задание выполняемых функций и уставок с помощью встроенного пульта с контролем по цифровому дисплею;
- сохранение параметров регулятора в энергонезависимой памяти при отключении напряжения питания;
- защита параметров прибора от несанкционированного воздействия путём ввода пароля;
- обмен по встроенному интерфейсу RS-485.

В таблице 1 приведены основные параметры регулятора-измерителя. Терморегулятор зарегистрирован в Госреестре средств измерений. Внешний вид терморегулятора показан на рисунке 2.

Канал управления терморегулятора содержит:

- один измерительный вход (под входом понимается устройство, к которому подключаются первичные датчики);
- ПИД-регулятор с выходами ▼ и ▲;
- два компаратора Н и L с выходами Н и L.

Симисторные блоки AF1 – AF4 типа BC-440-63/40-Н изготовлены фирмой «КонтрАвт». Данный симисторный блок обеспечивает:

- коммутацию нагрузки;
- гальваническое разделение цепи управления и силовой цепи;





Рис. 2. Терморегулятор

- привязку момента коммутации к переходу напряжения нагрузки через ноль;
- индикацию сигнала управления;
- защиту силового элемента от кратковременных перегрузок по напряжению.



Рис. 3. Симисторный блок

Применение подобных симисторных блоков обеспечивает дополнительное снижение коммутационных помех за счёт включения силового элемента в момент перехода сетевого напряжения через ноль. Внешний вид симисторного блока показан на рисунке 3.

Таблица 1. Основные технические характеристики регулятора-измерителя METAKON-513-T-TC-100-1

Количество каналов	1
Задание уровней и функций компараторов	Независимое
Типы датчиков	ТПС (по ГОСТ 6651094)
Основная погрешность измерений, не более	0,1%
Выходные сигналы	Транзистор п-р-п с открытым коллектором 24 В/150 мА, гальванически изолированные
Параметры ПИД-регулирования	$T_i = 0,1 \dots 500$ мин
	$T_d = 0 \dots 256$ с
Период ШИМ, с	1...255
Характеристики интерфейса RS-485: длина линии связи, м, не более тип линии связи скорость передачи, бод	1000 Экранированная витая пара 2400, 4800, 9600, 19200
Напряжение питания прибора	220В, 50 Гц
Потребляемая мощность, ВА, не более	9
Габариты, мм, не более	96 × 96 × 160
Масса, кг	0,8

Таблица 2. Основные технические характеристики реле времени ЭРКОН-224-Х-1-Х

Количество каналов	2
Класс точности	0,02
Тип контактов	Одна группа на переключение для каждого канала
Максимальное значение коммутируемого напряжения	Постоянное 110 В, переменное 250 В
Максимальные значения коммутируемого тока, А: при работе с активной нагрузкой при работе с индуктивной нагрузкой	5 3
Потребляемая мощность, ВА	2
Номинальные значения напряжения питания: ЭРКОН-224-220-1-Х ЭРКОН-224-24-1-Х	220 В (+10, – 5)%, 50 (±0,5 Гц) 12...36 В
Диапазоны временных уставок: ЭРКОН-224-Х-1-1	0,1...99,9 с, дискретность 0,1 с 1...999 с, дискретность 1 с 0,1...99,9 мин, дискретность 0,1 мин 1...999 мин, дискретность 1 мин 0,1...99,9 ч, дискретность 0,1 ч 1...999 ч, дискретность 1 ч
ЭРКОН-224-Х-1-2	0,1...99,9 с, дискретность 0,1 с 1...999 с, дискретность 1 с 0,1...99,9 мин, дискретность 0,1 мин 1...999 мин, дискретность 1 мин 0,1...99,9 ч, дискретность 0,1 ч 1...999 ч, дискретность 1 ч

Функцию выключения вентилятора с заданной временной задержкой после выключения электронагревателя выполняет реле времени AS2 фирмы «КонтраАвт»; его основные функции:

- формирование временных интервалов и замыкание/размыкание выходных реле;
- светодиодная индикация состояния выходных реле;
- индикация отсчёта временных интервалов в режимах прямого и обратного счёта;
- задание параметров работы реле с помощью кнопок на лицевой панели, с контролем по цифровому дисплею;
- сохранение параметров реле при отключении напряжения питания.

В таблице 2 приведены основные параметры реле времени. Функциональная схема реле приведена на рисунке 1, выходные реле КМ1, КМ2 показаны условно. Для каждого канала в реле предусмотрено два сигнала: сигнал разрешения и сигнал управления. Сигналы присутствуют, если замкнуты соответствующие клеммы. Например, в схеме присутствуют сигналы разрешения для каналов № 2 и № 1 (установлены перемычки между клеммами 1 и 2, а также между клеммами 5 и 6 в соединителе X1).

Данное реле позволяет реализовать для каждого канала десять временных диаграмм при независимой работе каналов. Кроме того, при зависимой работе каналов реализовано одиннадцать временных диаграмм. В описываемом устройстве у реле времени алгоритм работы канала № 1 соответствует временной диаграмме № 4 (согласно паспорту на реле времени), алгоритм работы канала № 2 соответствует временной диаграмме № 1. Временные диаграммы № 4 и № 1 приведены соответственно на рисунках 4 и 5.

В реле времени AS2 с помощью кнопок на лицевой панели задаются следующие параметры: временная уставка, номер временной диаграммы, номер диапазона уставок, способ взаимодействия каналов. Все вышеуказанные параметры сохраняются при отключении напряжения питания. Включение каналов в реле времени AS2 визуально контролируется индикаторами Вых1, Вых2 на передней панели. При работе канала реле времени по алгоритму времен-

ной диаграммы № 4 (см. рис. 4) включение выходного реле каждого канала происходит по уровню соответствующего сигнала управления (сигнал разрешения при этом присутствует), задержка на выключение – относительно заднего фронта соответствующего сигнала управления. Следует отметить, что пока реле не отработает заданную уставку, оно не перезапустится, т.е. если во время интервала T_1 поступят импульсы сигналов управления (например импульсы 1, 2 на рис. 4), то на их задние фронты реле времени не отреагирует. Внешний вид реле времени показан на рисунке 6.

Подробную информацию о терморегуляторе, симисторном блоке и реле времени можно найти на интернет-странице [1].

Рассмотрим работу блока управления с внешними подключенными устройствами. Сетевое напряжение ~380 В поступает на элементы блока управления с соединителя X1 через автомат защиты QF1. Симисторные блоки AF1 – AF3 подключают нагреватель АВ1 тепловой пушки А1 к сетевому напряжению, а симисторный

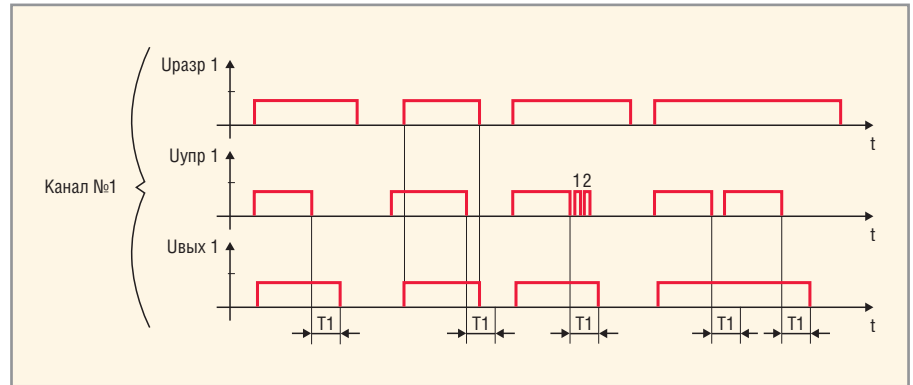


Рис. 4. Временная диаграмма работы канала № 1

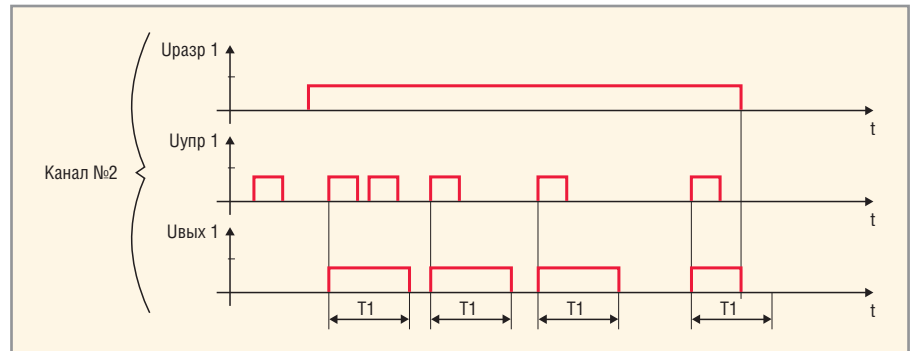


Рис. 5. Временная диаграмма работы канала № 2

блок AF4 подключает вентилятор АВ2 тепловой пушки А1 к сетевому напряжению.

Питающее напряжение цепи управления +15 В поступает с выхода AC/DC преобразователя U1. Выход Н1 термо-



Рис. 6. Реле времени



Рис. 7. Термопреобразователь сопротивления

регулятора AS1 (контакт 3 клеммного соединителя X2) включает реле K1 и симисторные блоки AF1 – AF3 (включается нагреватель AB1 в тепловой пушке A1). Реле K1 своими контактами замыкает выходы 3 и 4, а также 7 и 8 в клеммном соединителе X1 реле времени AS2, т.е. на каналы № 1 и № 2 реле времени подаются сигналы управления. При наличии сигналов управления и разрешения включаются выходные реле KM1, KM2 соответственно каналов № 1 и № 2 реле времени AS2 (см. рис. 4 и 5). При этом коммутируется цепь управления симисторного блока AF4 (включается вентилятор в тепловой пушке). Выходы каналов реле времени AS2 включены параллельно, поэтому при включении хотя бы одного выходного реле, KM1 или KM2, реле времени AS2 будет включать вентилятор AB2 в тепловой пушке A1.

У мощных тепловых пушек при выключении, во избежание нагрева корпуса и выхода из строя находящихся на нём элементов управления, необходимо сначала выключить электронагреватель, а потом – с некоторой за-

держкой – вентилятор. Поэтому после выключения электронагревателя производится его обдув до тех пор, пока температура на выходе тепловой пушки не достигнет температуры окружающей среды. Требуемая задержка при выключении вентилятора зависит от технических характеристик тепловой пушки (мощность, производительность, габариты и т. д.). Например, после выключения электронагревателя типа Leister LHS Premium 60L 5 кВт 3×380 В его следует «продуть» вентилятором типа Leister Robust ACO 550 Вт 1×220 В в течение 5 мин. Подключение электронагревателя и вентилятора показано на рисунке 1, их технические характеристики можно найти на интернет-странице [2].

Перед началом работы с блоком управления необходимо задать временные уставки T1 в каналах № 1 и № 2 реле времени AS2 (при работе с временными диаграммами № 1 и № 4 временная уставка T2 не задаётся, поэтому далее по тексту T1 для канала № 1 – T11, а для канала № 2 – T12). В терморегуляторе AS1 необходимо задать уставку температуры T для компаратора Н (верхняя граница), а также зону возврата uН. Все заданные параметры сохраняются при выключении питания.

Пусть текущая температура в обогреваемом объекте меньше заданной уставки T терморегулятора AS1. Сразу после подачи сетевого напряжения ~380 В открывается выходной транзистор VT1 в терморегуляторе AS1. Включается реле K1, включаются симисторные блоки AF1 – AF4, при этом одновременно включаются нагреватель AB1 и вентилятор AB2 тепловой пушки A1. Выходные реле KM1, KM2 каналов № 1 и № 2 в реле времени AS2 включены, контакты 3 и 4, а также 6 и 7 клеммного соединителя X2 замкнуты.

Через время, равное T12, выходное реле канала № 2 KM2 выключается, контакты 3 и 4 клеммного соединителя X2 размыкаются (рис. 3). Но цепь управления симисторного блока AF4 всё ещё включена (вентилятор работает), поскольку замкнуты контакты 6 и 7 клеммного соединителя X2 (включено выходное реле KM1 канала № 1).

Пусть через время $t > T21$ текущая температура превысит заданную уставку T терморегулятора AS1. Транзистор VT1 терморегулятора AS1 (выход Н1)

закрывается. Реле K1 выключается (сигнал управления с каналов № 1 и № 2 снимается), цепь управления симисторных блоков AF1 – AF3 размыкается, нагреватель AB1 в тепловой пушке A1 выключается. При этом контакты 6 и 7 клеммного соединителя X2 реле времени AS2 замкнуты. Выходное реле канала № 1 реле времени AS2 выключится через время T11, а значит, и вентилятор AB2 в тепловой пушке A1 выключится через время T11 с момента выключения нагревателя (в интервале времени T11 идёт продувка нагревателя).

Если же на интервале времени T11 нагреватель включится и выключится (текущая температура стала меньше уставки в терморегуляторе AS1, и нагреватель AB1 повысил её снова), то включится выходное реле KM2 канала № 2 реле времени AS2 на время, равное T12. Если T11 – время, необходимое для продувки нагревателя, то T12 должно быть не менее 2T11, т.е. в данном случае после выключения выходного реле KM1 канала № 1 через время T11 вентилятор в тепловой пушке не выключится, а будет продолжать работать, пока не закончится интервал T21. Задержка на выключения вентилятора T3 после выключения вентилятора может быть $T12 \geq T3 \geq T11$.

Дифференциальный автомат защиты блока управления QF1 типа АД14, четырёхполюсный – C25. Датчик температуры В1 – термопреобразователь сопротивления типа ТСПТ102-100П-А4-120, его внешний вид приведён на рисунке 7. Характеристики термопреобразователя можно найти на интернет-странице [1]. AC/DC-преобразователь U1 типа МАА30-1С15СГН, его характеристики описаны в [3]. Реле K1 типа РЭС52 РС4.555.020-10 ЯЛО.455.012ТУ. Терморегулятор AS1 типа МЕТАКОН513-Т-ТС-100-1. Симисторные блоки AF1 – AF4 типа БС-440-63/40-Н. Реле времени AS2 типа ЭРКОН-224-220-1-1.

Рассмотренным блоком можно управлять дистанционно через интерфейс RS-485 терморегулятора AS1. Все необходимые параметры обмена по интерфейсу RS-485 программируются.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.contravt.ru>.
2. <http://www.olmax.ru>.
3. <http://www.aeps-group.ru>.



Новости мира News of the World Новости мира

Чип-имплантат возвращает зрение слепым

Исследователи из университета Тюбингена (Universität Tübingen) и специалисты немецкой компании Retina Implant разработали чип-имплантат, способный вернуть зрение ослепшим людям. Чип размером 3×3 мм с 1520 светочувствительными диодами вживляется в сетчатку пациента, а преобразованные импульсы подаются непосредственно на зрительный нерв.

Клинические испытания на пациентах с дегенерацией клеток сетчатки показали, что имплант позволяет в большинстве случаев определять не только форму и яркость различных объектов, но и даже различать некоторые предметы. А один из 11 пациентов с чипом-имплантом, Миikka Терхо (Miikka Terho), смог даже прочитать своё имя.

Основное отличие предлагаемого имплантата от других решений – отсутствие дополнительных видеокамер, так как в формировании изображения участвует непосредственно глаз пациента.

К сожалению, созданный чип может вернуть зрение далеко не каждому нуждающемуся. Имплант может частично вернуть зрение только людям, страдающим от пигментного ренита и дистрофии сетчатки, а таковых насчитывается около 200 тыс в мире. Ещё одним минусом можно считать необходимость во внешнем питании чипа и дополнительной фокусировке в виде специальных очков. В настоящее время исследователи разрабатывают новый вариант импланта с беспроводным внешним питанием.

<http://www.sciencedaily.com/>

Морская вода как альтернатива антеннам

Коммуникации играют важнейшую роль в обеспечении безопасности и «жизнедеятельности» судов. Однако инженерам приходится сталкиваться с целым рядом проблем. Зачастую антенн нужно устанавливать много, а условия не позволяют.

Специалисты SSC Pacific (SPAWAR Systems Center Pacific, Space and Naval Warfare) предлагают использовать вместо привычных антенн морскую воду. Это позволит ре-

шить сразу несколько проблем. Во-первых, инженеры получают возможность разгрузить коммуникационные системы кораблей (в среднем на борту военного корабля приходится устанавливать около 80 антенн). Во-вторых, можно будет «формировать» антенну только тогда, когда в этом есть необходимость, так как одновременно все они используются крайне редко.

Для достижения поставленной цели учёные предлагают использовать массивное кольцо-электромагнит и водяной насос. За бортом корабля воды предостаточно, поэтому недостатка в этом ресурсе никто испытывать не будет. Кольцо создаёт электромагнитное поле, а насос – тонкую струю воды. Ключевую роль здесь играет морская соль.

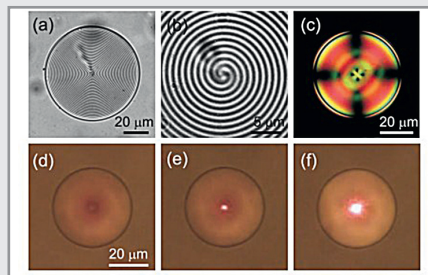
Струя высотой 24 м способна принимать и передавать сигналы в диапазоне от 2 до 400 МГц. При необходимости можно настроить систему для передачи сигналов на высоких частотах.

Инженеры надеются заменить комплект из 80 антенн всего десятью «водяными», которые будут работать на разных частотах. В гражданских целях антенны из морской воды могут применяться на нефтяных вышках и спасательных кораблях.

<http://www.popsoci.com/>

Создан первый в мире 3D-микрولазер

Традиционные твердотельные лазеры – надёжная и прочная вещь, но они излучают свет лишь в одном направлении. Учёные из Словении разработали «жидкий» лазер на основе оптических резонаторов Брэгга, способный излучать свет во всех направлениях одновременно. Эта технологичная разработка может найти применение во множестве сфер, включая голографические дисплеи.



По словам изобретателей, Матяса Хумара (Matjaz Humar) и Игоря Мюзевича (Igor Musevic), они разработали «3D-микрولазеры, самосоздающиеся из холестерических микрокапель жидких кристаллов». Эти пузырьки создаются химическим путём, а после того, как на них направляется излучение лазера, пузырьки излучают этот свет во всех направлениях. «Учёные пытались создать подобные лазеры из твёрдых

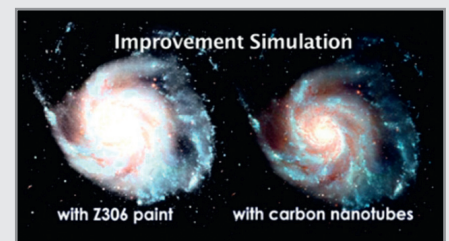
материалов, однако представьте, насколько это трудно – создать сотни микроскопических оболочек из оптических материалов, которые по своим физическим свойствам должны быть идентичными, – рассказывает Мюзевич. – Изящность выбранного нами подхода кроется как раз в том, что эти капли-«луковицы» создаются сами в течение долей секунды».

Создатели добавили, что лазер при необходимости можно настраивать, не осуществляя замену капель. Настройка осуществляется путём изменения температуры лазера, а также введения в систему дополнительного электрического поля. По поводу коммерциализации этой перспективной технологии пока не сказано ни слова, но мы уверены, что подобные новости не заставят себя ждать.

<http://dailytech.com/>

Создан самый чёрный материал в мире

Специалисты Центра космических полётов Годдарда (Goddard Space Flight Center) создали новый материал, который в десять раз чернее самой чёрной краски в мире. В его основе – углеродные нанотрубки, выращенные на титановой подложке.



Вскоре после проведения всех необходимых испытаний материал будет использоваться для окраски внутренних поверхностей космических камер и телескопов. Сейчас для этих целей применяется краска Z306, также разработанная специалистами NASA. Однако «черноты» Z306 не хватает для того, чтобы свести на нет отражение падающего на боковые поверхности объективов света, что в свою очередь приводит к снижению точности измерений: до 40% полученных космическими камерами данных не может быть обработано из-за зашумления изображения.

Созданный материал позволит решить эту проблему, так как он поглощает до 99,5% падающего на него света. Впервые специалисты планируют применить новый материал на аппарате ORCA (Ocean Radiometer for Carbon Assessment) – инструменте нового поколения, предназначенном для изучения процессов фотосинтеза, происходящих в мировом океане.

<http://nasa.gov/>

