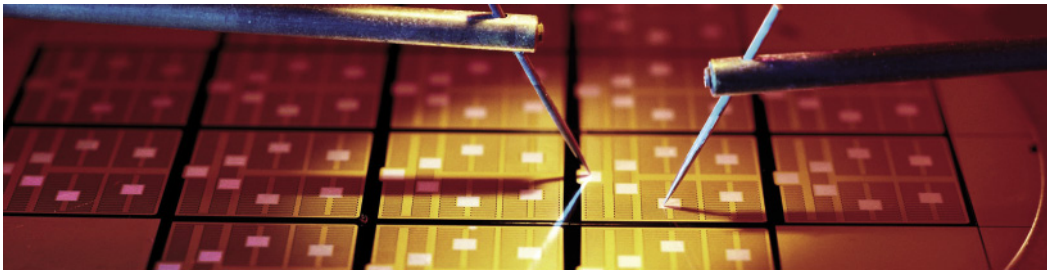
КонтрАвт

Увлекая к успеху

Контроль и Автоматика

МЕТОДИЧКА

для тех кто занимается автоматизацией технологических процессов



2 **2005**

www.contravt.ru

реле времени универсальные
ЭРКОН-214 и ЭРКОН-224

Данные реле являются **функциональным аналогом** реле времени серий ВЛ, РВО, РВЦ, РВ, РВЛ.

ЭРКОН-214 - одноканальные реле времени
ЭРКОН-224 - двухканальные реле времени

Выполняют следующие функции:

- **Коммутация внешних цепей** с выдержками времени в соответствии с выбранной временной диаграммой для каждого канала
- **Индикация прямого и обратного счета времени**

Реле времени **ЭРКОН-224** отличается **двумя равнозначными полнофункциональными каналами** с возможностью зависимого и независимого режимов работы. В зависимом режиме один канал управляет запуском временной диаграммы другого канала.

Основные преимущества реле времени ЭРКОН-214/224

- **Программный выбор временной диаграммы** из 11 вариантов для каждого канала, включая свободно программируемую временную диаграмму
- **Монтаж** на DIN-рейку или на панель
- **Высокая помехозащищенность** для промышленных условий эксплуатации
- **Контрастная светодиодная цифровая индикация** с антибликовым покрытием
- **Удобный** интуитивно понятный интерфейс
- Кнопочная **панель управления** с защитным пленочным покрытием
- Современный **дизайн**
- **Малые** размеры

Бесплатная доставка спецсвязью в любую точку России
Гарантия на реле - **3 года**

Реле времени ЭРКОН-214 и ЭРКОН-224 - победители конкурса «100 лучших товаров России» 2004 года

Уважаемые друзья!

*После выхода в свет первого номера **Методички Контроль и Автоматика** мы получили большое количество положительных откликов. Заявки на бесплатную подписку продолжают приходить и сейчас. Это говорит о том, что информация оказалась интересной и востребованной.*

В этом номере Методички мы расскажем об основных принципах и особенностях позиционного регулирования. В материале представлены результаты расчётов. В качестве математической модели элементов системы использованы интегрирующие звенья первого порядка. Представленные результаты иллюстрируют зависимость качества регулирования от параметров исполнительного устройства, объекта и датчика.

В анкетах и письмах читателей часто встречаются пожелания приводить в Методичке примеры решений реальных задач АСУ ТП, построенных на регуляторах МЕТАКОН.

Несомненный интерес вызовет статья, рассказывающая о применении программных регуляторов МЕТАКОН-613 для решения задачи автоматизации термообработки металлических деталей в атмосфере эндогаза. Регулятор обеспечивает программное управление технологическим процессом в соответствии с заданной временной диаграммой.

Кроме того, мы продолжим разговор о способах организации сигнализации различных состояний на основе приборов МЕТАКОН, а также о том, как могут использоваться компараторы для реализации функций защиты, контроля состояния, формирования управляющих сигналов.

Дорогой читатель, продолжается подписка на Методичку. Подписаться вы можете с помощью «Бланка заказа» или на нашем сайте по адресу:

http://www.contravt.ru/?id=210.

Просим Ваши вопросы, замечания и предложения, новые темы для обсуждения высказывать на форуме по адресу:

http://www.contravt.ru/?id=2997

СОДЕРЖАНИЕ

Двухпозиционное регулирование

Регуляторы 3
Позиционный регулятор 4
Рекомендации 9

Программное управление технологическими процессами

Описание объекта автоматизации 11
Процесс термообработки 12
Алгоритм и программа управления комплексом 12
Термообработка в шахтной/колпаковой электропечи сопротивления с защитной атмосферой 13
График 15
Принципиальная схема 16
Компоненты 18
Принцип действия 19

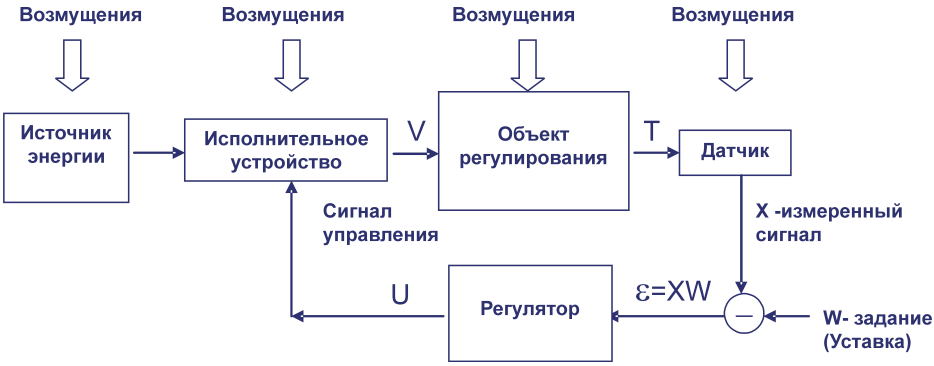
Сигнализация

Сигнализация ПЕРЕГРЕВ 22
Сигнализация НЕДОГРЕВ 24
Формирование управляющих сигналов
Функция ПОПАДАНИЕ В ИНТЕРВАЛ 25
Сигнализация ПОПАДАНИЕ ВНЕ ИНТЕРВАЛА со следящим порогом компаратора 26
Сигнализация ПЕРЕГРЕВ с фиксацией 27
Защита ПЕРЕГРЕВ 28

Управление технологическими процессами

Построение системы автоматического управления предполагает подключение к объекту регулирующего устройства (регулятора) и введение обратной связи в системе.

Таким образом, блок-схема приобретает вид:



Элементы системы подвержены действиям различных возмущающих факторов.

На вход регулятора поступает сигнал рассогласования **ε** - разница между измеренным сигналом **X** и заданным уровнем **W** (уставкой). Задача регулятора состоит в том, чтобы так управлять исполнительным устройством, чтобы сигнал рассогласования **ε** свести к нулю при наличии возмущений.

Отметим, что регулятор отделен от объекта регулирования исполнительным устройством и датчиком. Несмотря на то, что они входят в состав системы управления, регулятор «не знает» сигналов **V** и **T**, непосредственно связанных с объектом. С точки зрения регулятора, ему приходится управлять не только одним объектом, а целой системой из трех элементов: исполнительным устройством, объектом, датчиком. Это усложняет управление и понижает его качество.

Регуляторы

Регуляторы характеризуются зависимостью сигнала управления **U(t)** от рассогласования **ε(t)**:

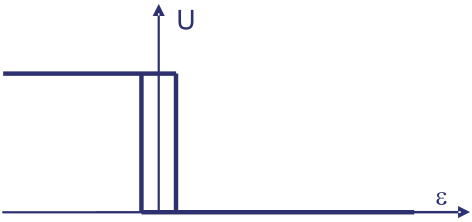
$$U(t) = F\{\varepsilon(t)\}.$$

В общем случае функция F { **ε**(t) } нелинейная интегро-дифференциальная, т.е. достаточно сложная.

Целевая функция регулятора – свести рассогласование **ε** к нулю при наличии возмущающих факторов.

Позиционный регулятор

Позиционный регулятор имеет ступенчатую функцию управления



Основными достоинствами позиционного регулятора является его простота, «очевидность» алгоритма его работы, отсутствие параметров, требующих настройки подготовленными специалистами. Широкому применению позиционных регуляторов способствует и то обстоятельство, что в промышленности имеется очень много объектов, где применение позиционного регулятора даёт приемлемое качество регулирования.

Приведем примеры, иллюстрирующие принципы работы позиционного регулятора, а также особенности, которые следует учитывать для профессионального применения позиционных регуляторов.

По-прежнему для определенности будем иметь в виду задачу управления температурой в печи с применением электронагрева.

В качестве модели исполнительного устройства (ТЭН), объекта и датчика примем интегрирующие звенья первого порядка с экспоненциальными переходными характеристиками. Постоянные времени датчика $\tau_д$ и исполнительного устройства $\tau_и$ нормированы на величину постоянной времени объекта $\tau_о$, которая считается везде фиксированной ($\tau_о/\tau_о$=**1**). Числовые значения для разных графиков приведены в таблице. Там же указаны стационарная точность регулирования (размах колебаний после выхода на уставку) $\Delta\mathbf{T}_{ст}$, динамическая погрешность измерения датчиком $\Delta\mathbf{T}_{дин}$ и период колебаний $\mathbf{T}_о$.

График	$\tau_д/\tau_о$	$\tau_и/\tau_о$	$\Delta T_{ст}/T_{max}$, %	$\Delta T_{дин}/T_{max}$, %	$T_о/\tau_о$
1	0,2	0,3	-	-	-
2	0,2	0,3	11	5,3	1,3
3	0,02	0,3	2,1	0,2	0,5
4	0,02	0,1	1,9	0,3	0,3
5	0,02	1,5	2,4	0,1	1,3

В первом случае (график №1) переходная характеристика системы в целом и все промежуточные сигналы будут иметь вид:

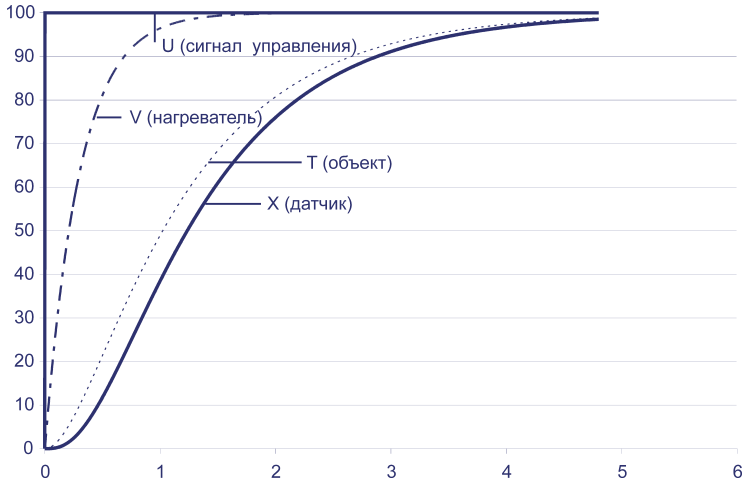


График 1.

Все значения нормированы на максимальный установившийся уровень T_{max}, до которого может быть нагрет объект. Тогда установившийся уровень соответствует 100 %. Для того, чтобы изменить уровень максимального нагрева следует изменить мощность нагревателя и/или потери в окружающую среду, т.е. изменить качество теплоизоляции.

Результат работы позиционного регулятора при тех же параметрах и при значении уставки, равной 50, показан на графике 2.

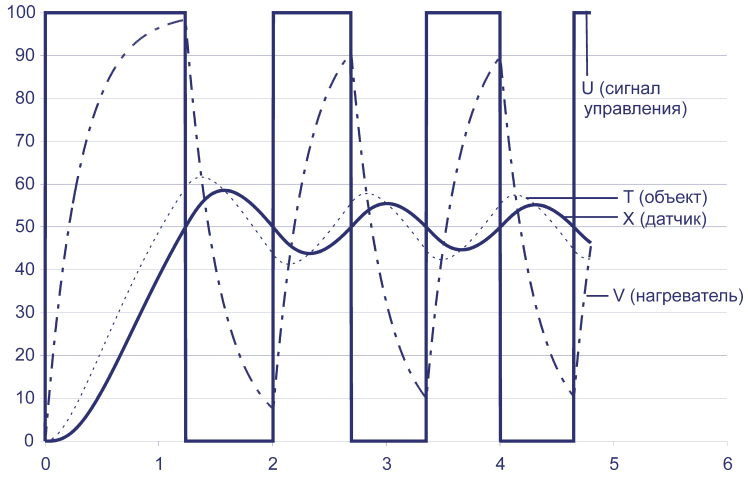


График 2.

При данных значениях параметров, все особенности, присущие позиционному регулированию, хорошо видны:

1. В системе принципиально присутствуют колебания. Ни размах $\Delta\mathbf{T}_{ст}$ колебаний, ни их период $\mathbf{T}_o$ от самого регулятора не зависят. В нашем примере $\Delta\mathbf{T}_{ст}/\mathbf{T}_{max}$ **= 11 % ,** $\mathbf{T}_o/\tau_o$ **= 1,3**. Точность поддержания температуры можно повысить только конструктивным путем: изменяя инерционность датчика и исполнительного устройства в сравнении с инерционностью объекта.

2. Несмотря на то, что регулятор изменяет мощность в диапазоне 100%, состояние объекта меняется всего лишь с размахом 15%. Колебания мощности сглаживаются из-за инерционности исполнительного устройства и самого объекта.

3. Температура в объекте **T** и измеренная температура **X** отличаются между собой из-за инерционности датчика. С этим явлением связана так называемая динамическая ошибка измерения $\Delta\mathbf{T}_{дин}$: при достаточно быстрых изменениях температуры в объекте результаты измерения **X** будут отличаться от истинных значений **T**. Для грубой оценки максимальной ошибки $\Delta\mathbf{T}_{дин}$ можно воспользоваться формулой:

$$\frac{\Delta T_{дин}}{T_{max}} = \pi \times \frac{\Delta T_{ст}}{T_{max}} \times \frac{\tau_д}{T_o}$$

В нашем случае максимальная ошибка составляет 5,3%.

4. Измеренная температура **X** равна уставке **W** в моменты переключения исполнительного устройства. Но именно в эти моменты наблюдается наибольшее различие между измеренной температурой и истинной температурой в объекте. С другой стороны, истинная **T** и измеренные **X** температуры совпадает как раз в те моменты времени, когда отклонение от уставки максимально. Таким образом, практически всегда присутствует неопределенность в измерении истинной температуры вследствие принципиально колебательного характера процесса регулирования позиционным регулятором и динамической ошибки измерения инерционным датчиком.

Из рассмотренного примера сразу следует, что для повышения точности регулирования необходимо уменьшать инерционность датчика. График №3 построен для тех же параметров, что и №2, за исключением того, что инерционность датчика уменьшили в 10 раз ($\tau_д/\tau_о$ =**0,02**).

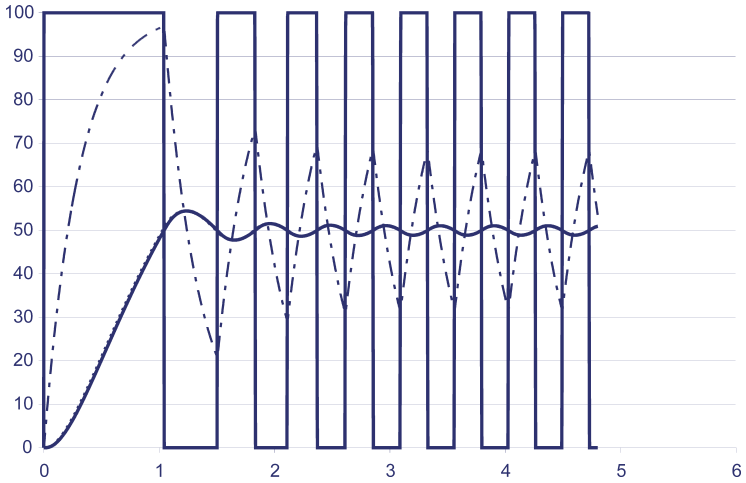


График 3.

Главный полученный результат состоит в том, что удалось уменьшить динамическую ошибку измерения $\Delta\mathbf{T}_{дин}/\mathbf{T}_{max}$ до величины 0,34%. Теперь с погрешностью 0,34% можно судить о температуре в объекте **T** по показаниям датчика **X**. На печати различие между температурой объекта и измеренной температурой просто не видно.

Уменьшение инерционности датчика привело одновременно и к повышению точности регулирования в стационарном режиме $\Delta\mathbf{T}_{ст}/\mathbf{T}_{max}$ до величины 2,1% (до этого она была равна 11%).

Посмотрим теперь, как меняется качество регулирования при различных параметрах исполнительного устройства. График №4 построен для исполнительного устройства с постоянной времени в 3 раза меньше ($\tau_и/\tau_о$ = **0,1**), чем до сих пор рассматривалось, а №5 – в 5 раз больше ($\tau_и/\tau_о$ = **1,5**). Во втором случае, инерционность исполнительного устройства выше инерционности самого объекта.

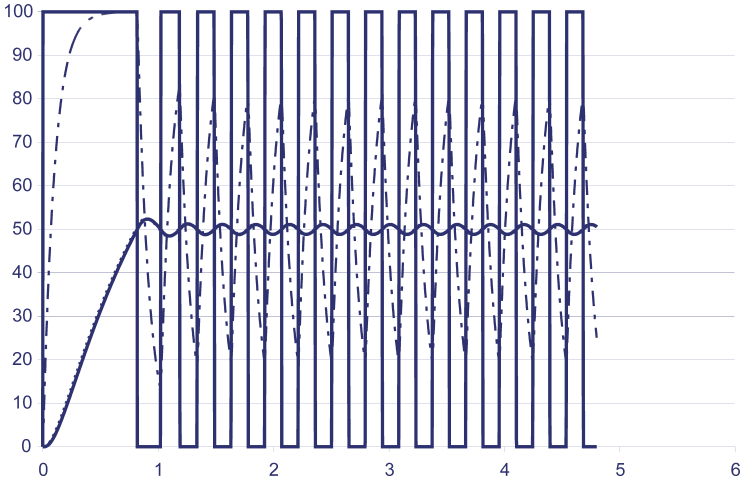


График 4.

Видно, что значение параметра $\tau_и/\tau_о$ сильно влияет на период колебаний $\mathbf{T}_о$ в ходе регулирования. Однако точность регулирования $\Delta\mathbf{T}_{ст}$ практически не меняется. Это означает, что при данной модели системы основным параметром, определяющим точность регулирования, является отношение постоянной времени датчика к постоянной времени системы $\tau_д/\tau_о$. Приближенно точность регулирования $\Delta\mathbf{T}_{ст}$ можно оценивать величиной этого параметра: $\Delta\mathbf{T}_{ст}/\mathbf{T}_{max} \cong \tau_д/\tau_о$

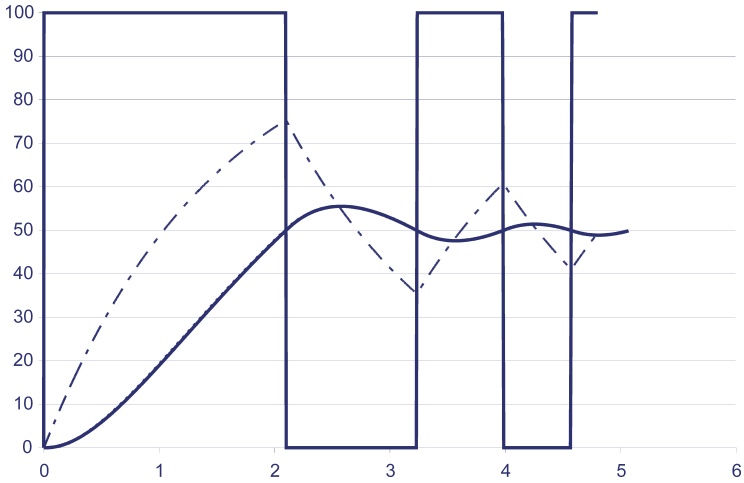


График 5.

До сих пор мы обсуждали точность регулирования $\Delta\mathbf{T}_{ст}/\mathbf{T}_{max}$ в стационарном установившемся режиме после выхода на уставку. Однако представляет интерес и динамическая точность регулирования, например, в тех случаях, когда происходит переход с одной уставки на другую. В сущности, переходная характеристика этот процесс как раз и описывает. Мы видим, что в нулевой момент времени изменилась уставка с 0 до 50, однако температура нарастает с некоторым отставанием, при этом температура значительно отличается от уставки. Время выхода на режим определяется постоянной времени самого объекта $\tau_о$ и исполнительного устройства $\tau_и$ (при безынерционном датчике). Таким образом, если точность в стационарном режиме $\Delta\mathbf{T}_{ст}/\mathbf{T}_{max}$ определяет в основном соотношение постоянных времени датчика и объекта $\tau_д/\tau_о$ и мало зависит от инерционности исполнительного устройства $\tau_и$, то динамическая точность регулирования напрямую зависит от абсолютных значений постоянных времени объекта $\tau_о$ и исполнительного устройства $\tau_и$.

Инерционность исполнительного устройства в общем случае ухудшает маневренность системы управления в целом. Поэтому, конечно, нужно стремиться к ее уменьшению. Об этом необходимо особенно беспокоиться в тех случаях, когда объект подвержен внешним возмущениям (воздействиям): исполнительное устройство должно успевать компенсировать влияние внешних возмущений.

Рекомендации

1. Позиционный регулятор можно применять и получать приемлемые результаты, если выполняется условие на величину отношения $\tau_д/\tau_о < \mathbf{0,05}$. Величина $\tau_д/\tau_о$ приближенно определяет точность регулирования $\Delta\mathbf{T}_{ст}/\mathbf{T}_{max}$ в установившемся режиме.

2. Для повышении динамической точности регулирования следует уменьшать абсолютные значения постоянных времени объекта $\tau_о$ и исполнительного устройства $\tau_и$, сохраняя при этом малой величину отношения $\tau_д/\tau_о$.

3. Сократить время выхода на режим можно, увеличивая на это время подводимую мощность, например, подключая дополнительные нагреватели или коммутируя нагреватели в трехфазной сети (реализацию см. в Проспекте №24 (задача V) или на сайте).

4. Повысить точность регулирования в установившемся режиме можно путем коммутации не 100% мощности, а только ее части. Для этого можно рекомендовать применять трехпозиционное регулирование, когда один компаратор в регуляторе обеспечивает фоновый подогрев до определенного уровня, а второй компаратор обеспечивает собственно регулирование, но уже относительно небольшой мощностью.

5. В условиях, когда результаты измерений нестабильны и подвержены воздействию помех, а также в случаях, когда не допускается слишком частая коммутация нагревателей, в работе регулятора устанавливают некоторый гистерезис. Точность регулирования при этом, конечно же, понижается.

Описание объекта автоматизации

Рассмотрим применение программного регулятора МЕТАКОН 613 для управления и регулирования процессом термообработки металлических деталей в атмосфере эндогаза.

ВНИМАНИЕ. Данный материал иллюстрирует только функциональные возможности программного регулятора МЕТАКОН-613, но ни в коей мере не является описанием технологии химико-термической обработки металла. Практическое применение должно базироваться на технологиях, принятых на Вашем предприятии.

Для реализации данного химико-термического технологического процесса обычно используют шахтные или колпаковые электропечи сопротивления с защитной атмосферой. Эта технологическая операция предназначена для поверхностного упрочнения изделий путем диффузного насыщения поверхностей металлов в среде эндогаза. В результате, при сохранении вязкой сердцевины существенно повышаются предел усталости, износостойкость и коррозионная стойкость изделий из низкоуглеродистых сталей (штамповый инструмент, распредвалы и т.д.).

Конструктивно электропечи для химико-термической обработки состоят из металлического каркаса, футерованного шамотно-волокнистым огнеупорными материалами. Для закрепления электрических проволочных нагревателей в боковых стенках камеры устанавливаются керамические подвески. Нагреватели изготавливаются из нихрома, имеют спиральную форму и поддерживаются керамическими трубками. В нижней части футеровки выполнены каналы для подачи эндогаза в камеру или сжатого воздуха в режиме охлаждения. Сверху на печь устанавливается крышка, как правило, с волокнистыми огнеупорными материалами.

Установка и снятие крышки печи, а также загрузка и разгрузка садки осуществляется мостовым краном или другими цеховыми подъемно-транспортными средствами.

Для обеспечения режимов химико-термической обработки деталей в непосредственной близости от печи устанавливается дополнительное оборудование: электромагнитные клапаны для подачи и сброса эндогаза, баллоны с запасом эндогаза, смесители, фильтры, сероотделители, ручная арматура и целый ряд другого оборудования.

Печь с обеспечивающим оборудованием, таким образом, представляет собой комплекс химико-термической обработки (ХТО).

Процесс термообработки

Перед проведением термообработки садка деталей помещается в камеру печи.

Печь разогревается до некоторой температуры, при которой садка деталей выдерживается определенное время с целью обеспечения равномерного прогрева. После этого, продолжается разогрев до рабочей температуры. При достижении ее (ок.750°С), производится подача эндогаза. По окончании процесса термообработки прекращается подача эндогаза в рабочее пространство, сбрасывается избыточное давление эндогаза, открывается крышка печи. Изделия выгружаются. Подается новая загрузка и цикл повторяется.

Алгоритм и программа управления комплексом

1. Поднимается крышка печи, срабатывает конечный выключатель, запрещая подачу сигнала управления на коммутацию спиралей нагревателей.

2. Загружается садка деталей в рабочую камеру печи.

3. Устанавливается крышка печи, срабатывает конечный выключатель крышки, разрешая подачу сигнала управления на коммутацию спиралей нагревателей.

4. После нажатия кнопки «ПУСК» активируется программа термообработки. Печь разогревается до температуры Тн. При температуре Тн осуществляется выдержка для обеспечения равномерного нагрева деталей. После выдержки садки в течение заданного времени при температуре Тн, печь продолжает разогреваться до температуры Тт. После некоторой выдержки при температуре Тт включается клапан подачи эндогаза. Эндогаз начинает поступать в рабочую камеру печи и начинается собственно химико-термическая обработка. Эта обработка может проводиться в одну, две стадии, или циклически, когда значение Тт в течение термообработки периодически понижается и повышается. Такие технологические параметры как состав газовой среды, давление, температура и время оказывают существенное влияние на характеристики диффузионного слоя на поверхности обрабатываемых деталей, поэтому они должны контролироваться системой управления.

5. При проведении ХТО давление в печи контролируется по датчику давления. «Скользящая» уставка компаратора регулятора температуры следит за температурой. Если температура в печи выходит из заданной «трубки точности» на этапе подачи эндогаза, то формируется сигнал об отклонении режима термообработки от заданного технологическим регламентом. В этом случае персонал участка предпринимает корректирующие действия, предусмотренные технологическим регламентом.

6. По окончании ХТО закрывается клапан подачи эндогаза, температура в печи понижается, а после достижения некоторого значения открывается клапан сброса газа из печи. Затем клапан сброса давления закрывается, программа термообработки останавливается, и печь естественным образом остывает. На этом этапе также контролируется температура в рабочей камере печи. После остывания печи, снимается крышка, детали выгружаются и печь снова готова к проведению ХТО следующей партии изделий.

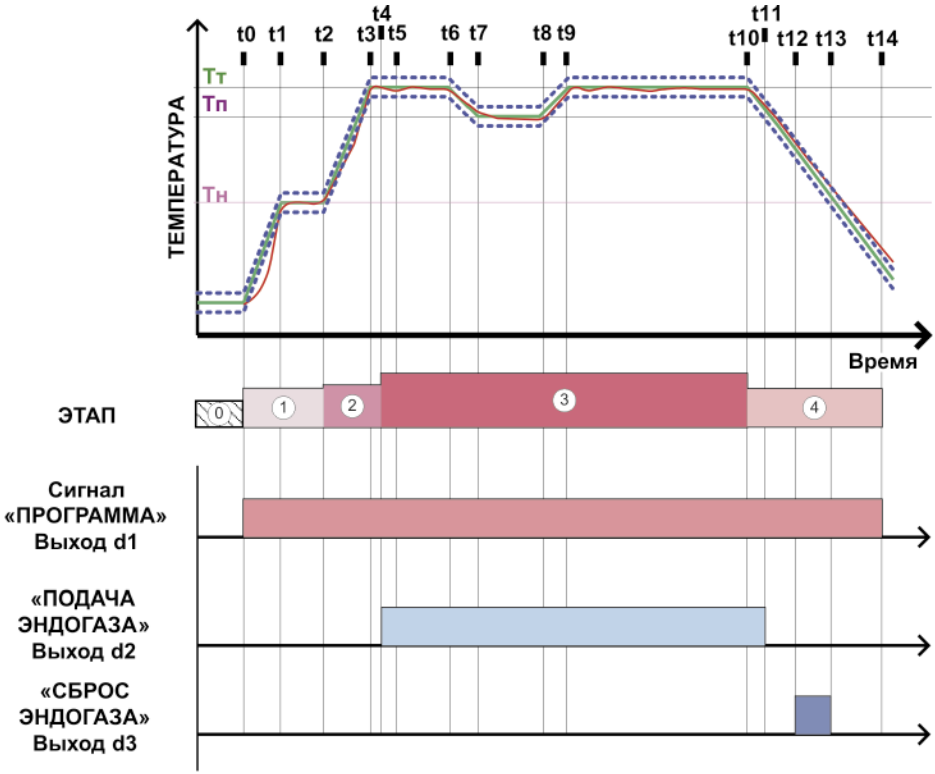
Термообработка в шахтной/колпаковой электропечи сопротивления с защитной атмосферой

График процесса показан на стр.15

Этап	Время	Наименование	Описание
0	**Подготовительные операции**		
	Не регламентируется	Открытие печи	Крышка снимается с печи, срабатывает конечный выключатель крышки печи, запрещая подачу сигнала управления на коммутацию спиралей
	Не регламентируется	Загрузка садки в печь	Садка подается в печь, подача сигнала управления на коммутацию спиралей запрещена
	Не регламентируется	Закрытие печи	Крышка устанавливается на печь, срабатывает конечный выключатель крышки печи, разрешая подачу сигнала управления

Этап	Время	Наименование	Описание
1	**Начало программы термообработки**		Разогрев печи до температуры Тн
	t0	Команда «Пуск»	Нажатие кнопки «Пуск», сигнализация «Термообработка»
	t1…t2	Участок стабилизации при температуре Тн	
2	**Вывод печи на рабочий режим термообработки**		
	t2…t3	Разогрев печи до температуры Тт	
3	**Термообработка**		Две стадии циклической термообработки
	t3	Начало участка стабилизации при температуре **Тт**	
	t4	Начало подачи эндогаза	
	t5	Начало 1-го участка стабилизации температуры термообработки в защитной атмосфере	
	t6…t9	Участок ХТО при пониженной температуре	При необходимости в соответствии с технологией
	t10	Окончание ХТО в защитной атмосфере	
4	**Охлаждение печи**		Завершение процессов ХТО
	t10	Начало охлаждения	
	t11	Закрытие крана подачи эндогаза	Прекращение подачи эндогаза
	t12…t13	Сброс эндогаза	Избыточное давление эндогаза сбрасывается из внутреннего объема печи
	t14	Окончание программы	Отключение электронагревателей, отключение сигнализации «Термообработка», контроль температуры в остывающей печи

График



Принятые условные обозначения

0 Подготовительные операции для термообработки

1 Начало программы термообработки

2 Вывод печи на рабочий режим термообработки

3 Термообработка

4 Охлаждение печи

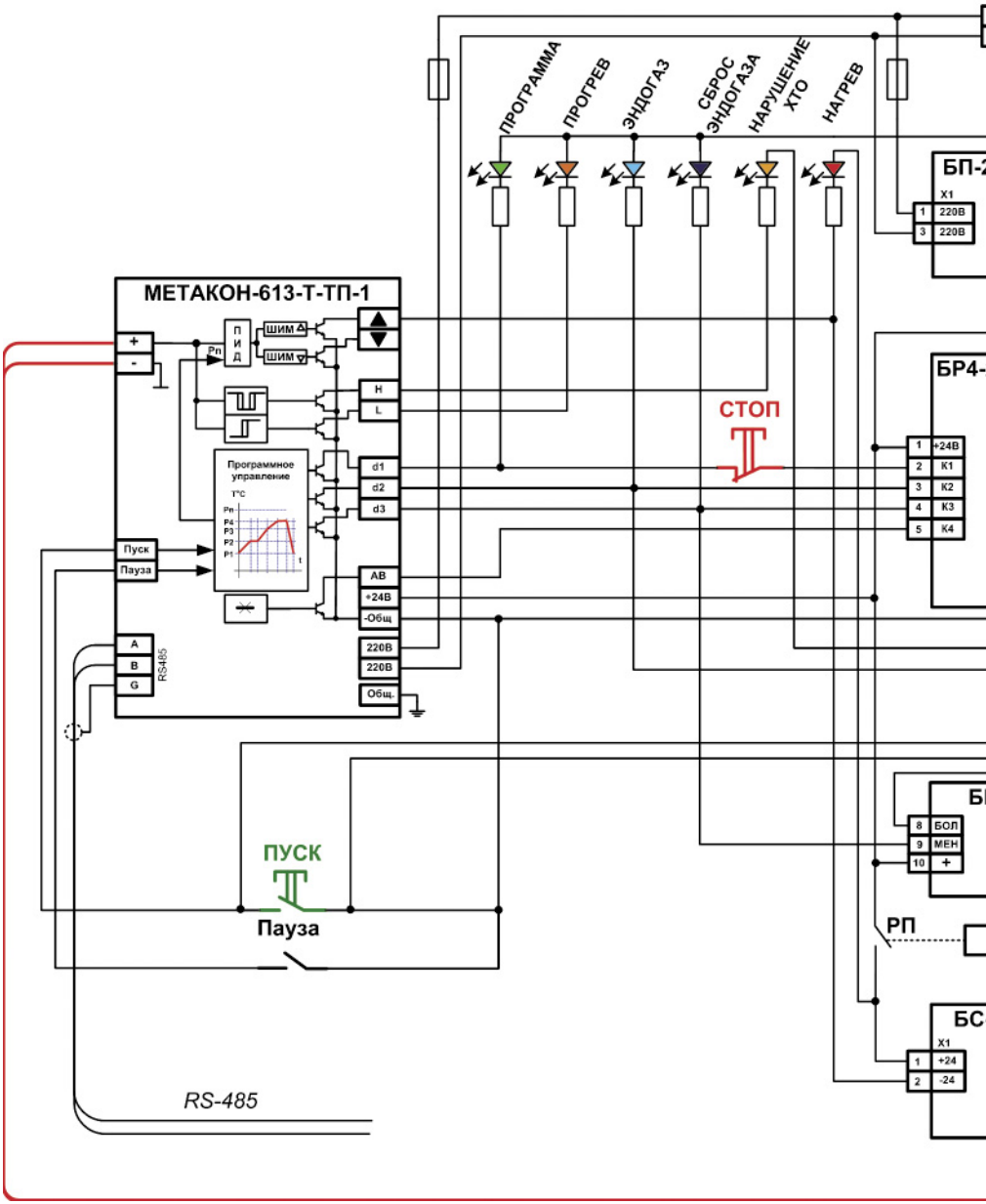
Программно задаваемая уставка температуры (Р)

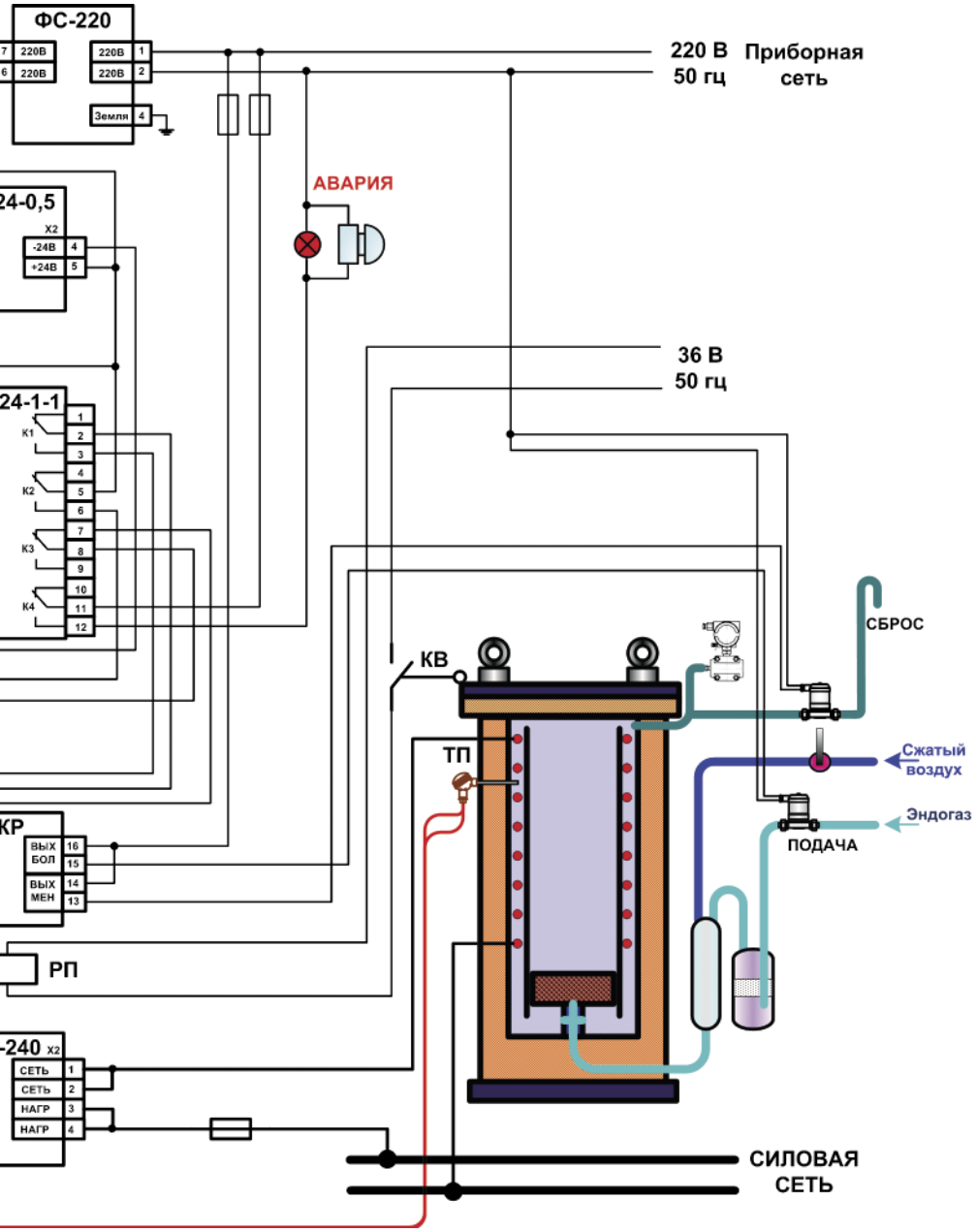
Фактическое значение температуры при проведении термообработки

Диапазон значений Уставки температуры, скользящее задание порога

Уставка температуры Тн, компаратор L, абсолютное задание порога

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА




ФС-220
220В
220В
220В
220В
Земля
220 В
50 гц
Приборная
сеть
АВАРИЯ
24-0,5
X2
-24В
+24В
36 В
50 гц
24-1-1
К1
К2
К3
К4
КВ
ТП
СБРОС
Сжатый
воздух
Эндогаз
ПОДАЧА
КР
ВЫХ
БОЛ
ВЫХ
МЕН
РП
-240 X2
СЕТЬ
СЕТЬ
НАГР
НАГР
СИЛОВАЯ
СЕТЬ

Для управления вышеописанным технологическим процессом может быть реализована схема, представленная на развороте.

В схеме используются:

- Программный регулятор микропроцессорный измерительный МЕТАКОН-613-Т-ТП-1. Применяется для измерения температуры в печи и программного управления технологическим процессов в соответствии с заданной временной диаграммой.
- Фильтр сетевой ФС –220 для устранения влияния сетевых помех на схему контроля и управления.
- Блок питания БП-24-0,5 для питания постоянным стабилизированным напряжением исполнительной части схемы и сигнализации.
- Блок электромеханических реле БР4-24-1-1 для реализации функций блокировок и гальванической развязки цепей низкого и высокого напряжения.
- Блок коммутации реверсивный БКР для коммутации напряжения на соленоидные приводы (ток до 300 мА) клапанов подачи и сброса эндогаза.
- Блок симисторный БС для бесконтактной коммутации нагревательных спиралей к силовой сети.
- Реле промежуточное РП для формирования сигнала на запрет подачи управляющего напряжения при открытии крышки печи. Используется в цепи конечного выключателя КВ, установленного на крышке печи.
- Предохранители, светодиодные индикаторы, органы управления (кнопки «Пуск», СТОП», тумблер «Пауза») и другое вспомогательное и обеспечивающее электрооборудование.

Этап 0

Подаются питающие напряжения: приборная сеть 220В, 50 Гц , вспомогательное напряжение 36 В, 50 Гц и напряжение силовой сети 220...380 В. После этого на лицевой панели программного регулятора МЕТАКОН-613-Т-ТП-1 отображается температура в рабочей камере печи. Регулятор измеряет температуру с помощью термопары (ТП). В исходном состоянии, когда крышка установлена на печь, конечный выключатель КВ замкнут, промежуточное реле РП находится под напряжением, контакт реле РП в цепи управления симисторным блоком замкнут, что обеспечивает прохождение на него сигнала управления, и становится возможной коммутация спиралей печи к силовой сети. При снятии крышки с печи срабатывает конечный выключатель (контакт КВ размыкается), реле РП отключается, в результате чего подключение нагревательных спиралей печи становится невозможным.

Этап I

После загрузки садки и установки крышки выключатель КВ восстанавливает цепь управления симисторным блоком БС. Нажатием кнопки «ПУСК» запускается программа термообработки, выход контроллера d1 активируется, срабатывает реле К1 блока реле, подключенное параллельно кнопке «ПУСК». Оно шунтирует кнопку, обеспечивая при этом запоминание (самоподхват) команды на запуск программы термообработки. Одновременно со срабатыванием реле К1 включается индикатор «Программа», сигнализирующий о том, что выполняется программа термообработки.

Уставка по температуре автоматически изменяется по заданной программе. На выходе ПИД-регулятора формируется ШИМ-сигнал управления. Управляемый этим сигналом симисторный блок периодически подключает спирали к силовой сети. В эти моменты загорается индикатор «Нагрев». Спирали начинают разогреваться, температура в печи повышается.

При достижении температурой значения Тн, срабатывает компаратор L, включая световую сигнализацию «Прогрев».

После завершения режима прогрева (время t2) уставка, а вслед за ней и температура в печи, продолжает увеличиваться до значения Тт.

III этап

В момент t4 активируется дискретный выход контроллера d2 и включается реле К2 блока реле БР, загорается световая сигнализация «Эндогаз». Одновременно выход d2 через нормально замкнутое реле К3 подает сигнал управления на вход «БОЛ» блока БКР. Выход «БОЛ» запускает соленоидный привод клапана подачи эндогаза. Эндогаз начинает поступать в рабочую камеру печи.

Нормально открытый контакт включенного реле К2 собирает цепь сигнализации «Нарушение ХТО». Этот сигнал активируется, когда включен клапан подачи эндогаза И срабатывает компаратор Н со «скользящей уставкой». График изменения уставки этого компаратора показан штриховой линией на диаграмме. При обнаружении персоналом нарушения режима термообработки, предпринимаются действия, предусмотренные технологическим регламентом. Например, при понижении температуры ниже допустимого уровня, имеется возможность проведения адекватных корректирующих воздействий путем продления времени выдержки садки. Для этого достаточно включить тумблер «ПАУЗА» на время, достаточное для коррекции процесса. В это время уставка остается на прежнем уровне - Тт.

По завершении процесса термообработки (время t10) начинается снижение температуры в печи. В момент времени t11 выход d2 становится неактивным, и закрывается клапан подачи эндогаза. В точке t12, активируется выход контроллера d3, включая реле К3 блока реле БР и световой сигнализатор «Сброс эндогаза». Нормально замкнутый контакт реле К3 размыкает цепь управления включением клапана подачи эндогаза, что предотвращает одновременное включение двух клапанов. В момент t13 клапан сброса эндогаза закрывается. Температура в печи продолжает снижаться и в точке t14 выход d1 деактивируется. Реле К1, включенное параллельно кнопке «ПУСК», размыкается, регулятор переходит в состояние «СТОП», электронагреватели отключаются, сигнализатор «Программа» гаснет.

Программа термообработки завершена.

При необходимости нажатием кнопки «СТОП» можно полностью остановить выполнение программы и перевести ее в исходное состояние.

Нажатие кнопки «ПАУЗА» вызывает временную приостановку выполнения программы. Пока нажата кнопка «ПАУЗА», уставка и состояния выходов d1, d2, d3 не меняются.

Если при эксплуатации печи произойдет обрыв датчика температуры, то в этом случае активируется выход контроллера «Авария», срабатывает реле К4 блока реле БР, которое подключает звонок громкого боя и внешнюю световую сигнализацию «АВАРИЯ».

Для фиксации температур при проведении процессов термообработки Регулятор микропроцессорный измерительный МЕТАКОН-613-Т-ТП-1 через интерфейс RS-485 может быть подключен к ЭВМ. Так становится возможным наблюдение изменения температуры в виде графиков, таблиц, а также формирование и запись архивов и отчетов.

Для этих целей можно использовать программное обеспечение RNet, разработанное НПФ КонтрАвт.

При необходимости измерения давления в рабочей камере печи, может быть установлен датчик давления. Измерение давления для целей контроля и выработки, при необходимости, дискретных сигналов, может обеспечить Регулятор микропроцессорный измерительный МЕТАКОН-512-Т-ТП-1. На схеме, с целью упрощения, не показано.

Сигнализация

(продолжение, начало в выпуске №1)

Рассмотрим теперь конкретные примеры применения компараторов в регуляторах МЕТАКОН для реализации функций сигнализации, защиты, контроля состояний, формирования управляющих сигналов. Для определенности будем рассматривать задачи, связанные с измерением температуры и нагревом.

Сигнализация ПЕРЕГРЕВ

Необходимо организовать звуковую и световую сигнализацию в случае превышения температуры в объекте сверх заданного уровня.

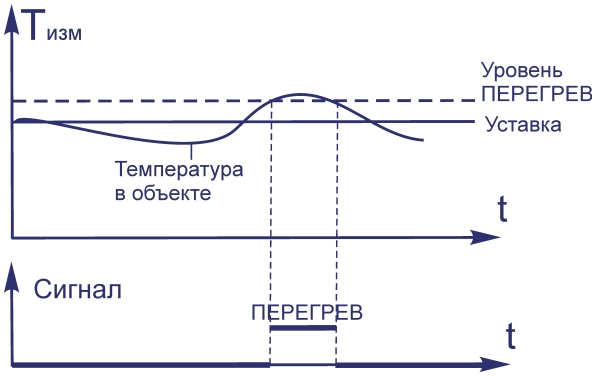


Рис. 1.а

Сигнализацию такого вида можно рассматривать как предупредительную: она только оповещает оперативный персонал о ПЕРЕГРЕВЕ, никаких изменений в функционировании системы не происходит. Функция компаратора должна иметь вид

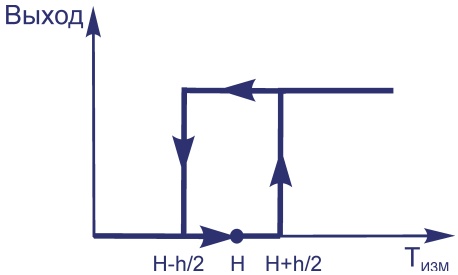


Рис. 1.б

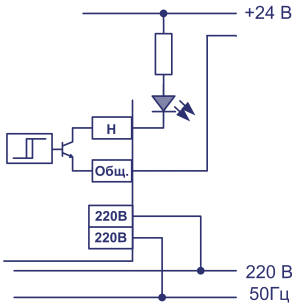


Рис. 1.в

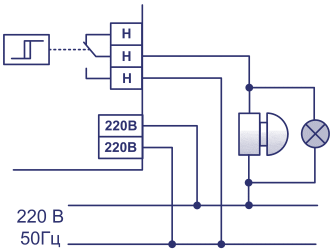


Рис. 1.г

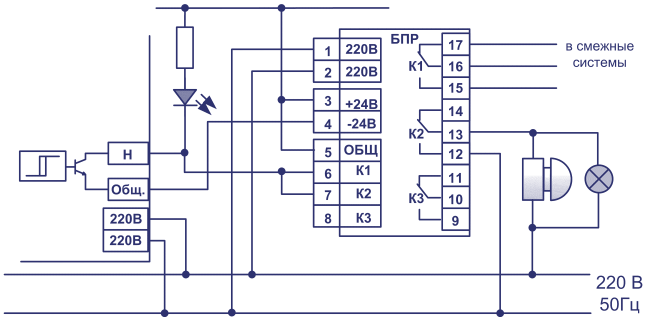


Рис. 1.д

На рис.1 в, г, д показаны схемы, построенные на компараторах как с транзисторными, так и релейными выходами. На Рис. 1.д показано решение, которое предусматривает

а) светодиодную индикацию на панели шкафа управления с питанием 24В от блока питания и реле БПР,

б) мощную световую и звуковую сигнализацию с питанием АС 220В,

в) передачу сигналов типа «сухой контакт» в смежные системы.

Сигнализация НЕДОГРЕВ

Схемы на рис.1. в, г, д можно использовать и для организации сигнализации НЕДОГРЕВ. При этом компараторы необходимо сконфигурировать на выполнение обратных функций (рис.2а).

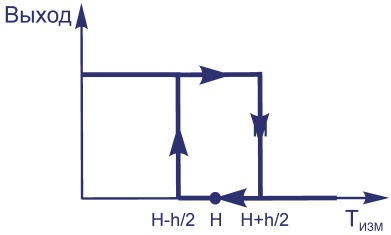


Рис.2.а

Однако, если сигнализация ПЕРЕГРЕВ, как правило, служит для оповещения об опасности (нарушение нормального функционирования системы, превышение допустимых технологических режимов и т.п.), то сигнализация НЕДОГРЕВ может рассматриваться как сообщение о том, что уровень температуры в объекте недостаточен для качественного протекания технологических процессов. Поскольку в приборах МЕТАКОН предусмотрены два компаратора, то можно реализовать оба этих вида сигнализации, при необходимости можно передать управляющие сигналы в смежные системы. Ответные реакции на эти виды сигнализации, вероятнее всего, будут различными.

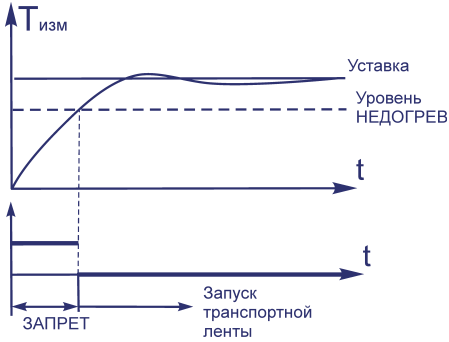


Рис.2.б

Например, в проходной печи сигнализация НЕДОГРЕВ (Рис. 2.б) устанавливает сигнал ЗАПРЕТ на подачу транспортерной ленты, пока не создан необходимый температурный режим,

а сигнализация ПЕРЕГРЕВ (см. Рис. 1.а) указывает оперативному персоналу на необходимость выполнения соответствующих требований технологического регламента.

Формирование управляющих сигналов

Предположим, что в процессе разогрева необходимо измерить время нахождения изделия в заданном температурном интервале. Для этого необходимо сформировать соответствующий временной строб, который будет управлять отсчетом времени с помощью таймера. График процесса изображен на рис. 3.а.

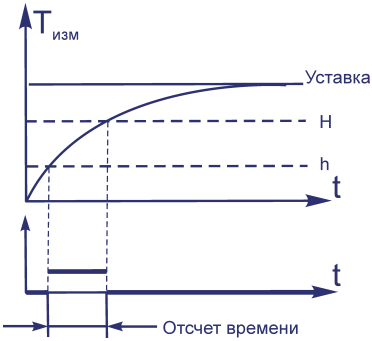


Рис.3.а

Для решения задачи применяется функция «ПОПАДАНИЕ В ИНТЕРВАЛ». Состояние управляющего сигнала изображено на рисунке. 3.б.

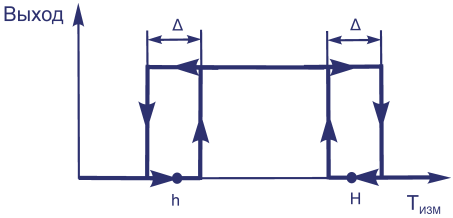


Рис.3.б

Сигнализация ПОПАДАНИЕ ВНЕ ИНТЕРВАЛА со следящим порогом

Функция ПОПАДАНИЕ ВНЕ ИНТЕРВАЛА оказывается очень удобной для контроля нормального температурного режима. При этом сигнал формируется в случае, когда отклонение измеренной температуры от уставки будет больше допустимого.

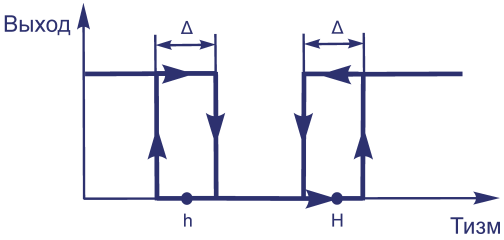


Рис.4.а

Таким образом, компаратор следит за ситуациями, когда температура выходит за пределы заданной «трубки точности». Функция компаратора имеет вид, указанный на рисунке 4.а.

Обычно уставка и пороги h и H фиксированы. Однако программные регуляторы серии МЕТАКОН-613/614 позволяют программировать закон изменения уставки во времени. Для контроля технологического параметра в этом случае можно применить режим следящих порогов. Функция компаратора изображена на рисунке 4.б.

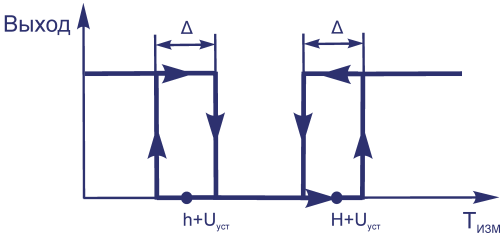


Рис.4.б

Пример работы следящего и обычного порогового компаратора приведен на рис. 4.в.

Следящий компаратор выдает сигнал предупреждения в случае выхода измеряемого технологического параметра за пределы «трубки» на протяжении всего технологического процесса. Отсутствие сигнала говорит о том, что фактическое значение температуры в объекте в пределах установленного

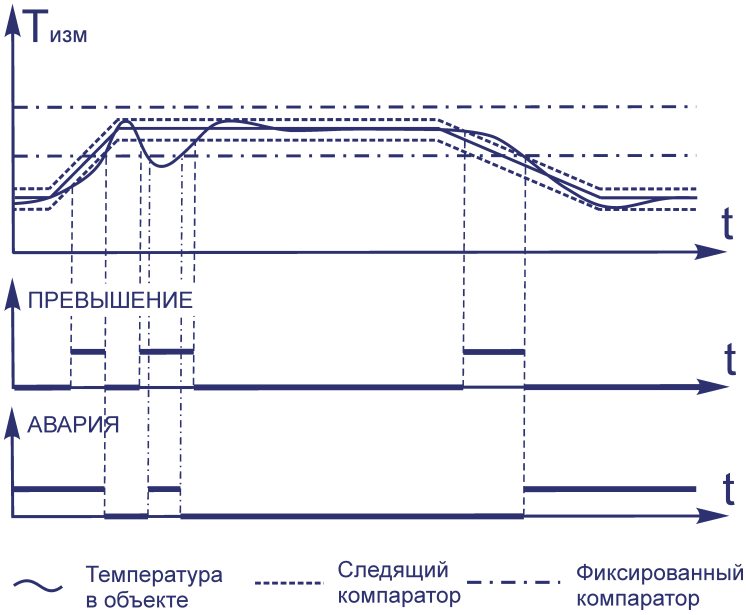


Рис.4.в

допуска соответствует заданной временной диаграмме. Такой метод контроля технологического процесса особенно удобен, т. к. и измеренная температура, и уставка в ходе процесса меняются, поэтому одновременно следить за ними бывает трудно.

Второй компаратор с фиксированными порогами следит за нормальной работой только после выхода технологического процесса на рабочий режим – на плато.

Сигнализация ПЕРЕГРЕВ с фиксацией

В некоторых случаях требуется не только отображать, что произошла некоторая нештатная ситуация, но и аппаратно зафиксировать факт ее возникновения (рис 5.а.).

Аппаратная реализация задачи показана на рисунке 5.б.

После того, как измеренное значение температуры превысит уставку компаратора Н, переключаются контакты реле К1 и К2, загорается светодиод аварийной сигнализации. Реле К1 встает на «самоподхват». Контакты реле К1 и К2 находятся в переключенном состоянии и светодиод сигнализации не гаснет до тех пор, пока не будет нажата кнопка «СБРОС сигнализации».

Если температура не опустилась ниже уровня ПЕРЕГРЕВ, то нажатие кнопки СБРОС сигнализацию не отключает.

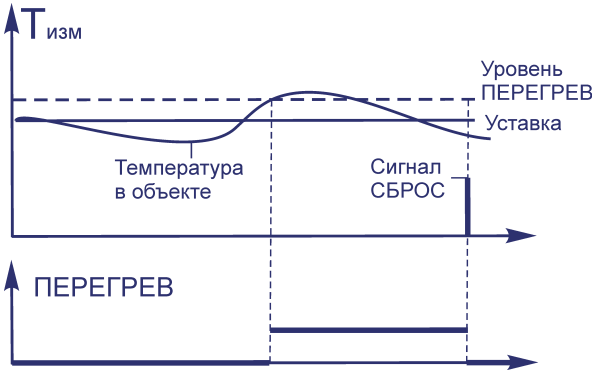


Рис.5.а

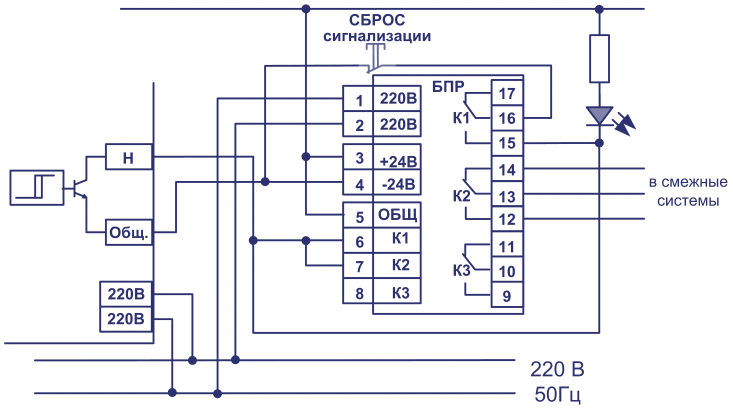


Рис.5.б

Защита ПЕРЕГРЕВ

Зачастую необходимо не только просигнализировать, но и выполнить необходимые действия, например, отключить нагреватель от силовой сети в случае превышения температуры в объекте сверх аварийного уровня. В этом случае лучше говорить не о сигнализации, а об аварийной защите. Срабатывание защиты кардинально меняет режим функционирования системы (рис. 6.а).

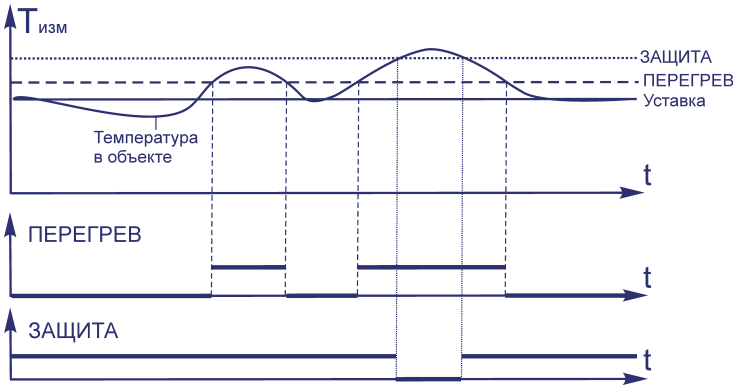


Рис.6.а

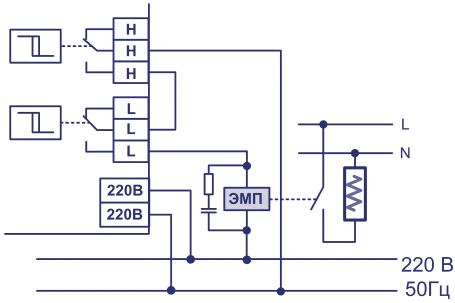


Рис.6.б

На рис.6. б, в защита включена в цепь управления силового коммутатора. Поэтому в случае ПЕРЕГРЕВА срабатывает защита и коммутатор разрывает цепь питания нагревателя. В обеих схемах применена пассивная защита: применяются нормально разомкнутые контакты реле. Поэтому, если по какой-либо причине будет обесточен прибор (или блок питания и реле БПР), то нагреватель также будет обесточен. Таким образом, два события – или ПЕРЕГРЕВ, или обесточивание приборов (выход из строя) – с логикой «ИЛИ» приводят к отключению нагревателя.

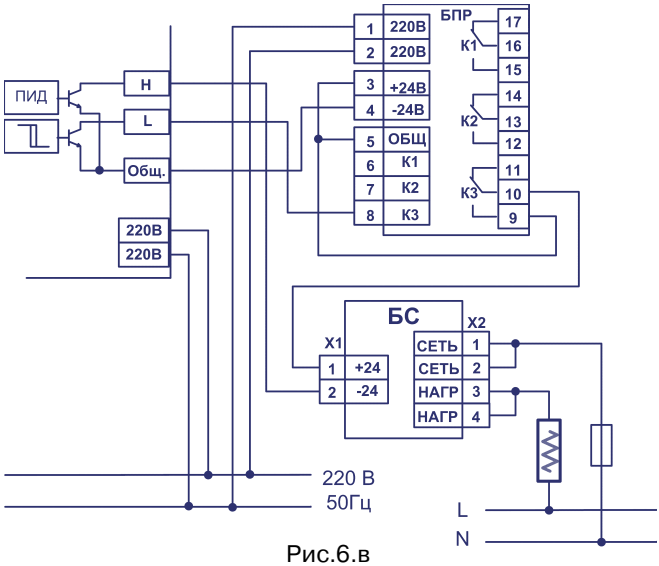


Рис.6.в

Однако в схеме на Рис.6.в возможна ситуация, когда неуправляемый ПЕРЕГРЕВ наступает по причине выхода из строя симисторного коммутатора (при внутреннем замыкании при пробое). Защита по цепям управления не обеспечивает необходимый результат. Этого недостатка лишена схема на Рис.6.г.

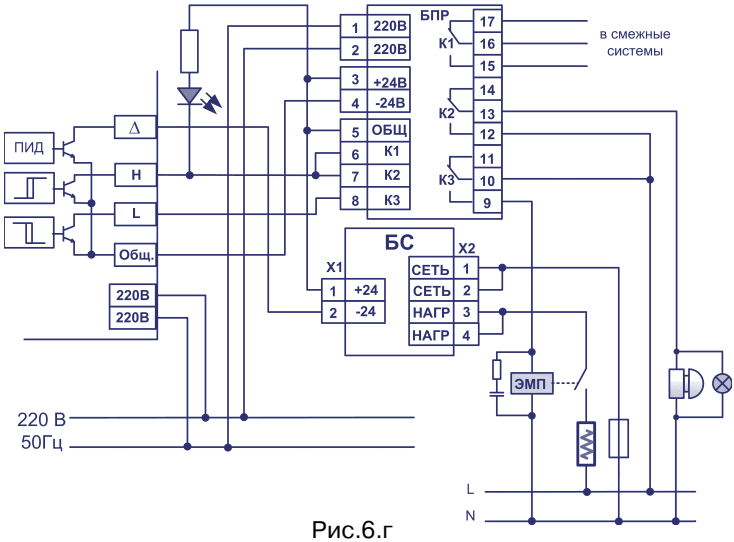


Рис.6.г

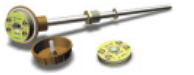
Схема также иллюстрирует как два компаратора в приборе используются для организации как предупредительной сигнализации, так и аварийной защиты. Здесь также все контролируемые события (ПЕРЕГРЕВ и работоспособность всех входящих в систему приборов) с логикой «ИЛИ» обеспечивают сигнализацию и защиту.

Обратим внимание на то, что в компараторе L используется функция спадающая (рис. 2.а), несмотря на общий смысл защиты – ПРЕВЫШЕНИЕ. Это значит, что компаратор L постоянно подает сигнал на замыкание контактов реле К3, пока технологический параметр находится ниже уровня «ЗАЩИТА». Это, в свою очередь, включает электромагнитный пускатель ЭМП, замыкающий контакты в цепи питания нагревателей. Если срабатывает защита, ЭМП обесточивается и нормально разомкнутые контакты ЭМП разрывают цепь питания нагревателей.

Как видим, компараторы предоставляют в руки проектировщика АСУТП множество дополнительных возможностей. Они могут использоваться не только для сигнализации, но и осуществлять функции защиты, управления дополнительными устройствами, формирования сигналов, запускающих другие устройства и т.д.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ПРОИЗВОДСТВЕННАсяПРОГРАММА

Измерителия теэнологическиэя параметров	**МЕТАКОН-512/522/532/562**	
Регуляторы-измерителя дляяуправлениея теэнологичеЯкимия процеЯЯами	**МЕТАКОН-512/522/532/562** **Т-424, МЕТАКОН-515** **МЕТАКОН-513/523/533** **МЕТАКОН-514/524/534** **МЕТАКОН-613/614**	
Релеявремени	**ЭРКОН – 214/224**	
Измерительныея нормирующиея преобразователя аналоговыэясигналов	**ПСТ, ПНТ**	
УЯтройЯтваяпитания иякоммутации	**БП, БПР, БС, БР, ФС**	
Программноея обеЯпечениеядляя поЯтроенияяЯиЯтемя Ябораяданныэ	**RNet**	
Термопреобразователиясопротивленияямедныеяия платиновые		
Преобразователиятермоэлектрическиеякабельные		
Термопреобразователиясяунифицированнымя выэоднымясигналом		

Информация о продукции в каталогах и на сайте www.contravt.ru

КонтрАвт

НПФ КонтрАвт

Тел./факс

(8312) 66-16-94, 66-16-04, 66-14-05, 66-23-09

E-mail

sales@contravt.nnov.ru

Internet

www.contravt.ru

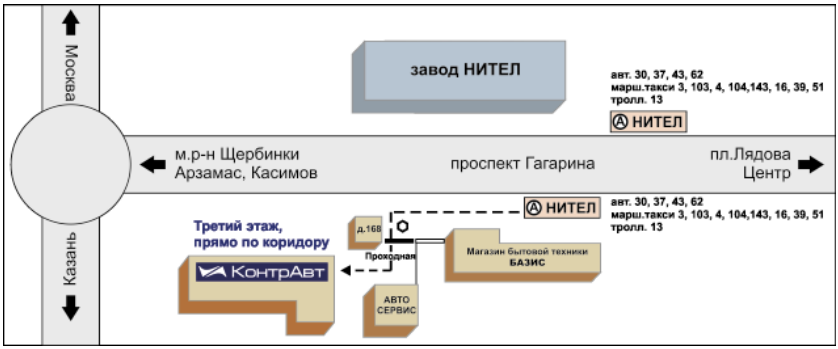
Почтовый адрес

Россия, 603107, Нижний Новгород, а/я 21

Местонахождение

Нижний Новгород, пр. Гагарина, 168, офис 318

Схема проезда



филиалы НПФ КонтрАвт

Башкортостан

450075, Уфа, а/я 7079
Маслова Лариса Ивановна
сот. 8-917 416-23-57
(3472) 35-23-42
maslovali@bashnet.ru

Волгоград, Астрахань, Саратов

400112, Волгоград, а/я 602
Бондаренко Александр Александрович
сот. 8-902 314-83-62
contravt-volga@vlink.ru
abond@vlink.ru

Новосибирск

630007, Новосибирск, а/я 226
Гомозов Владимир Иванович
т./ф. (3832) 23-35-56
моб. 8-903 934-59-42

Екатеринбург

620143, г. Екатеринбург, а/я 293
Заварзина Светлана Александровна
т. 8-922 616-41-31