

УЧЕБНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ РЕГУЛЯТОРОВ МЕТАКОН

За последние годы промышленная автоматизация в России сделала значительный шаг вперед. Большое число разработок в этой области, а также успешные внедрения позволили руководителям российских предприятий по-новому взглянуть на проблему реконструкции и развития своего производства.

Для успешного решения проблем, возникающих перед инженерами предприятий в ходе наладки и эксплуатации средств автоматизации, они должны быть знакомы с современными средствами контроля и управления в рамках изучения соответствующих дисциплин высших учебных заведений.

Примерами оснащения лабораторий вузов средствами автоматизации являются учебно-лабораторные комплексы (УЛК), описанные в данной статье, как совокупность программно-аппаратных средств, позволяющих осуществлять управление различными объектами.

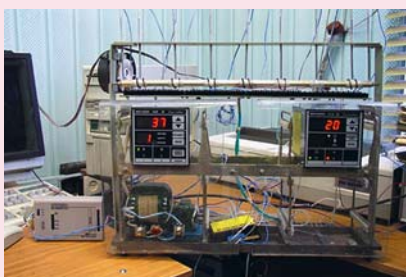


Рис. 1. Общий вид лабораторной установки

В рассматриваемом комплексе в качестве объектов управления выбраны:

1. Длинный металлический шести-гранный стержень;
2. Физический имитатор подачи жидкости в два бункера.

В качестве программно-технических средств автоматизации используются промышленные микропроцессорные регуляторы серии МЕТАКОН и программная среда RNet, разработанные НПФ «КОНТРАВТ».

АСУ «СТЕРЖЕНЬ»

АСУ «Стержень» предназначена для поддержания заданного профиля распределения температуры по длине стержня, а также требуемого качества переходного процесса.

Лабораторная установка выполнена в виде переносного блока (рис. 1), в верхней части которого расположен объект исследования — металлический стержень, а в нижней — микропроцессорные регуляторы.

Стержень нагревается семью независимыми локальными источниками тепла, которые электрически изолированы от поверхности стержня. Для из-

мерения температурного поля используется девять встроенных в стержень датчиков температуры (термопары типа ХгAl). Охлаждение стержня происходит за счет конвективного теплообмена с окружающей средой.

Для контроля аварийных ситуаций, связанных с приближением температуры стержня к критическим значениям, предусмотрена светозвуковая сигнализация.

В случае возникновения аварийной ситуации с целью защиты объекта от физического разрушения предусмотрено принудительное охлаждение с помощью вентилятора. Вентилятор используется также для подачи кратковременных или длительных возмущающих воздействий на объект управления.

РЕГУЛЯТОРЫ

Для измерения и регулирования температурного поля используются три трехканальных микропроцессорных регулятора серии МЕТАКОН-533. Они также используются для включения аварийной сигнализации и вентилятора. Регуляторы позволяют проводить исследования по управлению температурным полем с помощью релейного, релейного с гистерезисом и ПИД-закона с широтно-импульсной модуляцией выходного сигнала. Исполнение команд регуляторов (включение и выключение нагревателей, вентилятора и сигнализации) производится с помощью трех блоков реле БПР-24, которые согласованы по электрическим параметрам с выходами МЕТАКОН-533.

Контроль токов в нагревателях осуществляется с помощью измерительных преобразователей Е842, выдающих стандартный сигнал 0-5 мА и многоканальных приборов МЕТАКОН-562 и МЕТАКОН-522.

Объединение регуляторов в сеть производится по интерфейсу RS-485. Связь с ПЭВМ осуществляется с помощью преобразователя интерфейса ПИ-485/232. Для печати результатов измерений непосредственно в ходе проведения эксперимента используется адаптер принтера МЕТАПРИНТ-485С, подключаемый к сети RS-485.

В сеть RS-485 можно подключить до 255 приборов серии МЕТАКОН. Для осуществления сбора информации обязательно должно существовать одно устройство, которое формирует сигналы для сбора информации, последовательно оп-



Рис. 2. Структура сети сбора данных и управления



Рис. 3. Панель настроек

рашивая все приборы. Поскольку и компьютер через преобразователь интерфейса, и МЕТАПРИНТ-485С являются такими устройствами, то одновременное их функционирование невозможно. Регистрация принтером параметров в автоматическом режиме производится только тогда, когда выключен компьютер.

Объединение преобразователя интерфейса и адаптера принтера в одну сеть было осуществлено исключительно в учебных целях. В реальных задачах адаптер МЕТАПРИНТ-485С совместно с принтером используются для автономной регистрации технологического параметра.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ RNet

Программа RNet является управляющей оболочкой для сети регуляторов серии МЕТАКОН и обеспечивает:

- управление работой сети регуляторов;
- сбор и отображение контролируемых параметров на экране персонального компьютера;
- архивирование контролируемых параметров в виде отчетов;
- печать архивированных и текущих значений параметров в виде графиков или таблиц;
- управление технологическими процессами по заданным временным диаграммам.

Программа RNet также может быть использована в качестве инструментальной среды для разработки приложений. Программа имеет необходимые средства для настройки выполняемых функций под конкретные применения.

Режим автоматического определения состава и структуры сети значительно упрощает процедуру проектирования системы, экономит время и практически исключает ошибки. Настройка сети начинается с автоматического поиска регуляторов, реально работающих в сети.

Регулирование технологических процессов в системе осуществляется приборами МЕТАКОН. RNet позволяет изме-



нять уставки в приборах, тем самым осуществляя управление системой, согласно заданным значениям состояния и времени определенного параметра.

Для управления используются функции «Процессы», позволяющие изменять уставки в регуляторах в соответствии с заданными временными диаграммами. В шаблоне-процессе определен набор уставок и заданы временные диаграммы, в соответствии с которыми эти уставки должны изменяться. Шаблоны сохраняются для дальнейшего использования.

Данные, снимаемые в ходе работы АСУ, записываются в архив в виде отчетов. Работа с отчетами состоит из двух этапов: создание шаблона отчета (выполняется один раз) и заполнение отчета данными (заполняется произвольное число

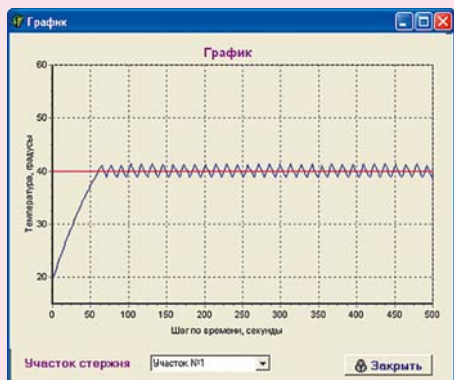


Рис. 4. График переходного процесса

раз). При создании шаблона отчета задается набор параметров, значения которых необходимо записывать в данный отчет и указываются необходимые свойства (продолжительность, автосохранение, периодичность, заголовки и колонтитулы, элементы оформления и другое).

Созданные отчеты сохраняются для дальнейшего использования и запускаются на запись. Полученные отчеты с данными могут помещаться в архив. Каждый отчет, помещенный в архив, имеет свое название с указанием даты и времени записи отчета в архив. Отчеты в архиве можно сортировать как по названию, так и по времени записи, а также просматривать и распечатывать в табличном и графическом виде.

Данные из отчетов могут быть преобразованы для использования в электронных таблицах Excel. Это открывает неограниченные возможности по обработке, анализу и представлению данных в отчетах любой степени сложности.

Реализация функций контроля и управления осуществляется в программной среде RNet. Структура сети сбора данных и управления представлена на рис. 2.

Математическая модель, описывающая тепловые процессы в стержне, имеет вид

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + F(x,t) - \frac{2}{r \cos(\pi/6)} \alpha_{\sigma} (T - T_{oc}),$$

где $F(x,t) = f(U_n(x,t), I_n(x,t))$ — функция источников тепловыделения; $U_n(x,t)$, $I_n(x,t)$ — напряжение и ток нагревателя; λ , c , ρ — коэффициент теплопро-

водности, удельная теплоемкость и плотность материала стержня; α_{σ} — коэффициент теплоотдачи с боковой поверхности стержня.

Теплообмен с окружающей средой на торцах стержня учитывается крайвыми условиями

$$-\lambda \frac{\partial T(0,t)}{\partial x} = \alpha_T (T(0,t) - T_{oc}),$$

$$\lambda \frac{\partial T(l,t)}{\partial x} = \alpha_T (T(l,t) - T_{oc}),$$

где α_T — коэффициент теплоотдачи с торцевой поверхности стержня, T_{oc} — температура окружающей среды.

Начальные условия: $T(x,0) = T_0, 0 \leq x \leq l$. Конечно-разностная аппроксимация производных позволяет получить уравнения динамики объекта исследования в виде матричного уравнения состояния

$$T[k+1] = AT[k] + F\bar{U}[k] + CT_{oc},$$

где $k = 0, 1, 2, \dots$ — номер шага во времени; A — матрица параметров объекта исследования; F — матрица коэффициентов управления; C — вектор коэффициентов, учитывающих окружающую среду; \bar{U} — вектор управляющих воздействий, компоненты которого принимают значения 0 или 1. Уравнения состояния используются для отработки алгоритмов управления на математической модели стержня.

К основным функциям АСУ «Стержень» относятся:

- сбор данных о состоянии температурного поля стержня, окружающей среды и электрических нагревателей;
- поддержание заданного профиля температурного поля стержня с возможностью реализации различных алгоритмов управления;
- создание шаблонов процессов для управления температурным профилем по заданным временным диаграммам;
- выработка команд на включение-отключение вентилятора с целью подачи либо возмущения на объект исследования, либо его охлаждения в аварийном режиме работы;
- выработка команд на включение/отключение светозвуковой сигнализации для оповещения оператора об аварийном состоянии объекта исследования;
- формирование отчетов и их архивирование с целью дальнейшей обработки.

После настройки модели и сети (рис. 3) проведены расчетные и экспериментальные исследования, основными целями которых являются:

- проверка правильности функционирования системы управления;
- приобретение практичес-

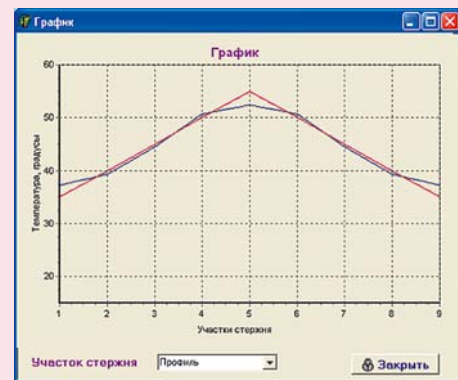


Рис. 5. Температурное поле стержня

ких навыков работы с программными и аппаратными средствами автоматизации;

- получение статических и динамических характеристик объекта исследования;
- исследование влияния законов регулирования и параметров регуляторов на качество регулирования;
- настройка параметров математической модели по результатам экспериментальных исследований;
- проведение вычислительных экспериментов на модели по изучению и синтезу алгоритмов управления температурным полем.

На рис. 4, 5 в качестве иллюстрации представлены графики переходного процесса при релейном законе управления и температурное поле (красным заданное, синим полученное) стержня.

Аналогичным образом могут быть построены и другие модели АСУ, позволяющие осуществлять управление самыми разнообразными объектами и процессами.

КонтрАвт Увлекая к успеху

Программируемые регуляторы
МЕТАКОН-613/614

ЛУЧШИЙ ГОССЕРТИФИКАТОР

ЛУЧШИЙ ГОССЕРТИФИКАТОР

Используются в производстве танков, самолётов и автомобилей

10 приборов в одном

Библиотека программ: 10 временных диаграмм по 20 участков в каждой

Автонастройка параметров ПИД и ПДД-регулирования

Трехканальный таймер для управления тремя дополнительными устройствами с привязкой к временным диаграммам

Два независимых компаратора

Подробная информация на сайте www.contravt.ru
тел./факс: (8312) 66-16-94, 66-16-04, 66-14-05