

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.3

Н. А. Автушенко, Г. С. Леневский

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ

UDC 621.3

N. A. Avtushenko, G. S. Lenevsky

SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEMS FOR GAS-GENERATING INSTALLATIONS

Аннотация

Приведены варианты формирования программно-технического комплекса автоматизированных систем управления технологическими комплексами парогазовых установок. В качестве примера рассмотрена автоматизированная система генерации электрической энергии Могилевской ТЭЦ-3.

Ключевые слова:

автоматическая система управления технологическим процессом, газотурбинная установка, программно-технический комплекс.

Abstract

The paper describes the options for the formation of software and hardware complex of automated control systems for technological complexes of gas and steam plants. The automated system of electrical energy generation at the Mogilev Central Heating Plant-3 is presented as an example.

Key words:

automated process control system, gas-generating plant, software and hardware complex.

Введение

Активное внедрение автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на объектах энергосистемы Республики Беларусь обуславливает применение новых современных подходов в организации программных комплексов систем управления генерирующими мощностями. Ярким примером являются уже введенные на Могилевской ТЭЦ-3 и вводимые на Могилевской ТЭЦ-1 генерирующие мощности.

Цель реконструкции – установка парогазовой установки (ПГУ) для выра-

ботки электрической и тепловой энергии. В состав ПГУ входят две газовые турбины блочно-контейнерного исполнения, два котла-утилизатора и одна паровая турбина.

Особый интерес представляет собой структура комплекса технических средств ПТК АСУ ТП ПГУ.

Общие положения

Комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП ПГУ рассматривается в объеме программно-технического комплекса (ПТК).

В соответствии с общетехническими требованиями к программно-техническим комплексам для АСУ ТП тепловых электростанций (РД 153-34.1.35.127-2002) ПТК должен представлять собой многоуровневую иерархическую микропроцессорную систему, состоящую из аппаратно- и программно-совместимых технических средств, объединенных локальными вычислительными сетями, реализующую распределенное устойчивое управление объектом.

ПТК АСУ ТП ПГУ – двухуровневая микропроцессорная система, состоящая из аппаратно- и программно-совместимых технических средств, объединенных локальной вычислительной сетью, реализующая распределенное устойчивое управление установкой.

Нижний уровень ПТК представляют микропроцессорные контроллеры (МПК), реализующие следующие функции: информационно-вычислительные, автоматического регулирования, технологических защит и блокировок, дистанционного управления.

При этом контроллеры выполняют:

- ввод аналоговых сигналов от различных типов датчиков с выходными сигналами тока и напряжения с нормированными уровнями;
- ввод аналоговых сигналов от термопар и термометров сопротивления;
- ввод сигналов от дискретных датчиков;
- ввод частотных и импульсных сигналов;
- ввод данных от приборов, имеющих выход на стандартные интерфейсы;
- непосредственную реализацию процедур обработки и алгоритмов технологических защит, технологических и защитных блокировок и логического управления;
- формирование команд технологических защит и блокировок по технологическим условиям и командам оператора;

- формирование управляющих воздействий для реализации законов регулирования (П, ПИ, ПИД и т. п.) ;

- автоматическое формирование команд управления на основе приоритетов;

- управление исполнительными механизмами, контроль их состояния (постоянный контроль наличия питающего напряжения) и необходимые блокировки;

- передачу на верхний уровень системы информации о ходе технологического процесса;

- передачу на верхний уровень системы диагностической информации о состоянии технологического оборудования и оборудования микроконтроллеров;

- прием с верхнего уровня команд и программ по изменению и настройке технологического процесса, включению и выключению автономных регуляторов, опробованию технологических защит и блокировок, а также автоматический ввод резерва.

В соответствии с технологической структурой МПК сгруппирован в контроллерные модули по отдельным агрегатам. Такой подход позволяет обеспечить поэтапную разработку и внедрение АСУ ТП, рациональное использование средств.

Верхний уровень ПТК представляют:

- рабочие станции, выполняющие функции информационно-вычислительные, архивные, отображения информации и приема команд оперативно-го персонала, дистанционного управления, программирования и диагностирования (операторская, архивная, инженерная станции);

- сервер базы данных;

- сетевые средства локально-вычислительной сети энергоблока, связи с вышестоящим уровнем управления РК.

При этом предусматривается передача информации о работе оборудования на автоматизированное рабочее место (АРМ) административно-управлен-

ческого персонала станции.

В состав верхнего уровня АСУ ТП включены следующие станции контроля и управления:

- сервер оперативной базы данных (СОБД);
- операторские станции (ОС);
- инженерная станция (ИС);
- архивная станция (АС).

Сервер оперативной базы данных обеспечивает:

- хранение нормативно-справочной базы системы;
- периодический опрос информации, собираемой контроллерами;
- вычисление расчетных аналоговых и дискретных параметров станции;
- ведение статистики достоверности аналоговых параметров, на изменение которых реагируют защиты, а также локального архива (до 1 ч);
- заполнение оперативной базы данных;
- технологический контроль измеряемых и расчетных параметров;
- обслуживание запросов к оперативной базе данных от станций контроля и управления АСУ ТП;
- обслуживание запросов к блочной базе данных от задач станционного уровня.

Операторская станция обеспечивает:

- прием от СОБД оперативных значений измеряемых и расчетных параметров;
- представление информации о технологическом процессе с привязкой определенных параметров к элементам мнемонических схем;
- представление информации об элементах системы управления;
- экранное управление ходом технологического процесса через панели управления исполнительными механизмами и регуляторами;
- отображение панели тревог для выбранной подсистемы энергоблока;
- сигнализацию о нарушении границ технологического контроля;

– отображение паспортов и индивидуальных трендов аналоговых параметров;

– отображение трендов групп параметров;

– отображение протокола дискретных событий из локального архива;

– информационное сопровождение пусков и остановов (графики задания, графики скоростей изменения температуры, графики разностей температур).

Архивная станция обеспечивает:

– периодический опрос информации, собираемой СОБД;

– прием от контроллеров и СОБД сообщений о событиях;

– регистрацию оперативных значений аналоговых параметров с индивидуальной настройкой периода архивирования;

– регистрацию дискретных событий;

– представление на экране АС данных аналоговых архивов в виде графиков;

– документирование выбранных данных аналоговых архивов в виде графиков и текстовых таблиц;

– представление на экране АС данных архива дискретных событий;

– документирование выбранных данных из архива дискретных событий;

– перенос выбранных пользователем фрагментов архивов на внешние носители для долговременного хранения.

Инженерная станция (ИС) состоит из следующих подсистем:

- «Диагностика»;
- «Технологические защиты»;
- «Дистанционное управление»;
- «Авторегулирование»,

а также включает вспомогательные функции:

- «Справка»;
- «Протокол отказов»;
- «Метрология».

Подсистема «Диагностика инженерной станции» предназначена для:

- диагностики контроллеров;
- диагностики системы питания шкафов контроллеров;
- диагностики линий доступа к контроллерам;
- анализа состояния подсетей, сетевых карт, связанных задач, приложений;
- организации автопереходов по подсетям в случае отказов их элементов;
- диагностики состояния межконтроллерных связей с целью оперативного уведомления об их отказах;
- диагностики серверов;
- статуса серверов;
- серверных приложений на предмет состояния их связи с контроллерами;
- диагностики архивной станции с целью оперативного уведомления персонала о потере ее связи с серверами;
- диагностики вычислительной станции на предмет потери ее связи с серверами, останова (зависания) её компонентов;
- диагностики состояния приложений на остановах, зависаниях, рестартах;
- архивации результатов диагностики;
- представления результатов диагностики в виде экранных форм с выводом текстовых сообщений и графических элементов определенной цветовой палитры.

Подсистема «Технологические защиты» предназначена для:

- представления текущего состояния технологических защит и блокировок;
- проведения работ по переводу накладок в состояние «Сигнал» или «Работа»;
- проведения имитации (опробования) защит оперативным персоналом.

Подсистема «Авторегулирование» предназначена для:

- проведения работ по наладке регуляторов путем корректировки их параметров настройки;
- отображения состояния регуля-

торов, т. е. их паспортов;

- отображения схем (конфигураций) регуляторов.

Подсистема «Дистанционное управление» предназначена для:

- получения сведений о состоянии объектов управления (задвигках, шибах);
- корректировки параметров настройки объектов управления, формирования признака вывода в ремонт.

Основным элементом структуры ПТК является локальная вычислительная сеть (ЛВС), которая объединяет в единую систему контроллерные модули отдельных агрегатов, сервер, рабочие станции. ЛВС АСУ ТП ПГУ выполнена с учетом резервирования взаимосвязей между элементами системы, обеспечивая реконфигурацию и восстановление системы при отказах технических средств.

Дальнейшее развитие сети может осуществляться простым добавлением дополнительных устройств без прерывания работы всей системы.

ЛВС энергоблока представляет собой локальную вычислительную сеть общего назначения, соответствует нижним четырем уровням модели Международной организации стандартов (ISO).

Для обеспечения необходимых возможностей по конфигурированию ЛВС используются коммутаторы.

ПТК АСУ ТП энергетического объекта, его структура и состав определяются объемно-временными характеристиками решаемых технологических задач с учетом особенностей объекта автоматизации и структуры его оперативного контура управления.

В соответствии с технологической структурой объекта автоматизации АСУ ТП парогазовой установки котельной должна включать в себя следующие основные технологические системы управления:

- АСУ ТП двух газотурбинных установок (ГТУ);

- АСУ ТП двух дожимных компрессорных станций (ДКС);
- АСУ ТП двух котлов-утилизаторов (КУ);
- АСУ ТП паровой турбины с генератором;
- АСУ ТП общестанционного вспомогательного оборудования (ОВО);
- АСУ ТП электротехнического оборудования (ЭТО);
- АСУ ТП общешлюзного уровня ПГУ.

ПТК АСУ ТП каждой ГТУ состоит из системы автоматического управления газотурбинных установок (САУ ГТУ), рабочих станций и соответствующего сетевого оборудования. САУ ГТУ является автономной системой, выполняемой по отдельному проекту и поставляемой комплектно с ГТУ. Для обеспечения информационной связи с ПТК АСУ ТП ПГУ в САУ ГТУ предусматриваются организация двух цифровых каналов и обмен сигналами по физическим линиям связи с общешлюзным контроллером.

ПТК АСУ ТП каждой ДКС состоит из системы автоматического управления САУ ГТУ на базе микропроцессорных контроллеров, рабочих станций и соответствующего сетевого оборудования. САУ ДКС является автономной системой, выполняемой по отдельному проекту и поставляемой комплектно с ДКС. Для обеспечения информационной связи с ПТК АСУ ТП ПГУ в САУ ДКС предусматриваются организация двух цифровых каналов и обмен сигналами по физическим линиям связи с общешлюзным контроллером.

ПТК АСУ ТП каждого КУ состоит из системы автоматического управления (САУ) ГТУ на базе микропроцессорных контроллеров, рабочих станций и соответствующего сетевого оборудования. САУ КУ является автономной системой, выполняемой по отдельному проекту и поставляемой комплектно с КУ. Для обеспечения информационной связи

с ПТК АСУ ТП ПГУ в САУ КУ предусматриваются организация двух цифровых каналов и обмен сигналами по физическим линиям связи с общешлюзным контроллером.

ПТК АСУ ТП паровой турбины (ПТ) состоит из системы автоматического управления (САУ) ГТУ на базе микропроцессорных контроллеров, рабочих станций и соответствующего сетевого оборудования. САУ ПТ является автономной системой, выполняемой по отдельному проекту и поставляемой комплектно с ПТ. Для обеспечения информационной связи с ПТК АСУ ТП ПГУ в САУ ПТ предусматриваются организация двух цифровых каналов и обмен сигналами по физическим линиям связи с общешлюзным контроллером.

ПТК АСУ ТП ОВО представляет собой микропроцессорный контроллер (МПК), реализующий следующие функции контроля и управления общестанционным вспомогательным оборудованием: информационно-вычислительные (ИВС), автоматического регулирования (АР), технологических защит и блокировок (ТЗБ), дистанционного управления (ДУ).

ПТК АСУ ТП ЭТО представляет собой микропроцессорный контроллер, реализующий управляющие и информационные функции: дистанционного управления (ДУ) коммутационной аппаратурой соответствующих ступеней напряжения, относящихся к схемам выдачи мощности и нужд генераторов энергоблока ПГУ.

Общешлюзный ПТК состоит из следующих частей: шкафа общешлюзного микропроцессорного контроллера контроля и управления, операторских станций, архивной и инженерной станций, сервера базы данных, сетевых средств ЛВС ПГУ, связи с вышестоящим уровнем управления. При этом предусматривается передача информации о работе оборудования на АРМы административно-управленческого персонала котельной.

Технические средства нижнего уровня

К микропроцессорным контроллерам как техническим средствам нижнего уровня предъявляются следующие требования:

- должны быть сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерений РБ;
- должны иметь срок службы не менее 10 лет;
- должны иметь наработку на отказ не менее 40...50 тыс. ч;
- должны иметь рабочий диапазон температур от минус 40 до плюс 60 °С в защищенном исполнении;
- должны работать при влажности до 98 %;
- должны быть защищены от осадков;
- должны выдавать и воспринимать все типы сигналов, соответствующих ГОСТу, с привязкой к астрономическому времени;
- все устройства ввода/вывода сигналов должны иметь полную гальваническую развязку 1500 В;
- энергонезависимая память контроллера должна обеспечивать сохранность информации не менее 5 лет после выключения питания;
- связь между контроллерами, верхним уровнем и контроллерами должна быть цифровой, помехоустойчивая, защищенная от отказов или разрушения аппаратуры системы связи резервированием и реконфигурированием;
- должны быть оборудованы системой бесперебойного питания;
- должны иметь автоматический перезапуск при останове циклически выполняемых программ;
- должны иметь несколько модификаций или конфигурироваться;
- должны иметь автоматический переход на резерв при отказе;
- должна предусматриваться возможность проектного увеличения на-

дежности контроллера путем резервирования модулей ввода-вывода в пределах одного контроллера, дублирования контроллеров.

Программируемые контроллеры могут включать в свой состав:

- модуль центрального процессора. В зависимости от степени сложности решаемых задач в программируемом контроллере могут использоваться различные типы центральных процессоров. При необходимости можно применить мультипроцессорные конфигурации, включающие до четырех центральных процессоров;
 - сигнальные модули, предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов;
 - коммуникационные процессоры для организации сетевого обмена данными;
 - функциональные модули – интеллектуальные модули для решения задач скоростного счета, позиционирования, автоматического регулирования и других;
 - интерфейсные модули, предназначенные для подключения стоек расширения к базовому блоку контроллера;
 - блоки питания, предназначенные для питания контроллера от сети переменного или постоянного тока.
- Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания:
- все модули устанавливаются в монтажные стойки и фиксируются в рабочих положениях винтами. Объединение модулей в единую систему выполняется через внутреннюю шину монтажных стоек;
 - произвольный порядок размещения модулей в монтажных стойках, фиксированные посадочные места должны занимать только блоки питания;
 - наличие съемных фронтальных соединителей, позволяющих производить быструю замену модулей без демонтажа их внешних цепей и упро-

шающих выполнение операций подключения внешних цепей модулей. Механическое кодирование фронтальных соединителей исключает возможность возникновения ошибок при замене модулей;

– применение модульных и гибких соединителей, существенно упрощающих монтажные работы и снижающих время их выполнения.

Программируемые контроллеры представляют собой контроллеры с резервированной структурой, обеспечивающие высокую надежность функционирования системы управления, и предназначены для применения в областях, предъявляющих повышенные требования к надежности функционирования системы управления.

Программируемый контроллер состоит из двух идентичных подсистем, работающих по принципу «ведущий–ведомый». Обе подсистемы связаны оп-

тическими кабелями синхронизации и выполняют одну и ту же программу. Управление процессом осуществляет ведущая подсистема, однако в случае отказа функции управления безударно переводятся на ведомую.

Для резервирования центральной процессорной части используются submodule синхронизации и оптоволоконные кабели.

Выводы

Рассмотрена архитектура программно-технического комплекса многоуровневой автоматической системы управления комплексом выработки электрической энергии посредством парогазовой установки. Изложенный материал может быть использован при разработке алгоритмов и архитектурных проектов по организации АСУ ТП генерирующими мощностями.

Статья сдана в редакцию 19 октября 2015 года

Николай Александрович Автушенко, канд. техн. наук, Могилевские тепловые сети. E-mail: abay@tut.by.

Геннадий Сергеевич Ленеvский, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет. Тел.: 8-0222-31-14-44.

Nikolai Aleksandrovich Aytushenko, PhD (Engineering), Mogilev Heat Supply Network. E-mail: abay@tut.by.

Gennady Sergeevich Lenevsky, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University. Phone: 8-0222-31-14-44.