

## ВНЕДРЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПТК "Торнадо"

О.В. Сердюков, А.И. Тимошин  
(Компания "Модульные Системы Торнадо")

*Рассмотрена структура и характеристики АСУ котлоагрегатом №13 ООО "Бийскэнерго", реализованной на базе ПТК "Торнадо" компанией "Модульные Системы Торнадо".*

5 декабря 2003 г., одновременно с пуском реконструированного котлоагрегата №13 ООО "Бийскэнерго" введен в промышленную эксплуатацию очередной проект АСУТП на базе ПТК "Торнадо". Опыт успешной совместной работы специалистов компании "Модульные Системы Торнадо" (ЗАО "МСТ") и ООО "Бийскэнерго" позволил ввести АСУТП в эксплуатацию в сжатые сроки.

Проектирование системы было начато в апреле 2003 г., а уже в октябре 2003 г. котлоагрегат был успешно введен в опытную, а в декабре — в промышленную эксплуатацию. Создание технорабочего проекта АСУТП котлоагрегата осуществлялось специалистами компании "Модульные Системы Торнадо" и ведущих проектно-технологических компаний: ЗАО "СибКОТЭС" (г. Новосибирск) и ОАО "Томсктеплоэлектропроект" (г. Томск).

Внедрение АСУТП осуществлялось по отработанному, совместно с проектными и технологическими компаниями, оптимизированному алгоритму: предпроектный анализ и технологическое обследование объекта автоматизации; подготовка и анализ исходных данных; проектная привязка ПТК к объекту автоматизации; разработка всей проектной и эксплуатационной документации АСУТП; изготовление, поканальное тестирование ПТК; первичная метрологическая калибровка модулей ПТК; камеральная проверка ПТК с прикладным программным обеспечением (интеграционный тест); поставка ПТК на площадку заказчика; шеф-монтаж и наладка ПТК на объекте; комплексная наладка АСУТП; сдача и ввод системы в эксплуатацию; квалифицированное обучение персонала заказчика; техническое сопровождение системы; гарантийное обслуживание системы.

Это не первый проект полномасштабной АСУТП, выполненный ЗАО "МСТ" для ООО "Бийскэнерго".



Рис. 1. Сборка ПТК "Торнадо" на территории ЗАО "МСТ"

Больше года на Бийской ТЭЦ успешно функционирует промышленная АСУТП котлоагрегата № 16.

Как показал опыт, внедрение промышленных систем управления значительно увеличивает долговечность и надежность работы технологического оборудования, улучшают условия и безопасность труда. Кроме того, внедрение АСУТП на базе ПТК "Торнадо" (рис. 1) дало возможность обслуживающему персоналу получить перспективные, принципиально новые знания в области современных средств автоматизации и повысить свою профессиональную квалификацию.

АСУТП на базе ПТК "Торнадо" ведет точный учет всех действий обслуживающего персонала, отказов и сбоев программно-аппаратных средств, отклонений технологических параметров от норм и нарушений ТП, обеспечивая, тем самым, достоверность и исчерпывающий объем предоставляемой персоналу информации. Это дает возможность обслуживающему персоналу проводить глубокий анализ тенденций и причин изменения хода ТП, а также проводить грамотную и точную коррекцию параметров ТП.

### Функциональная структура системы

Внедренная на базе ПТК "Торнадо" система автоматизации предназначена для обеспечения персонала достаточной, достоверной и своевременной информацией о параметрах ТП, состоянии технологического оборудования и выполнении всех основных функций контроля и управления на объекте.

### Функции АСУ котлоагрегатом, реализуемые ПТК "Торнадо"

#### Информационные:

- сбор, типовая обработка, занесение и хранение входной информации о технологических параметрах производства, о действиях системы и персонала;
- решение всех информационно-вычислительных задач, связанных с ведением и оптимизацией ТП;
- предоставление полной и достоверной информации персоналу о ТП (полная визуализация состояния технологического оборудования и ТП).

#### Управляющие:

- технологические защиты и блокировки;
- дистанционное, автоматическое управление и контроль хода ТП;
- автоматическое регулирование всех параметров ТП;
- функционально-групповое управление.

*Сервисные (обеспечивающие работоспособность системы):*

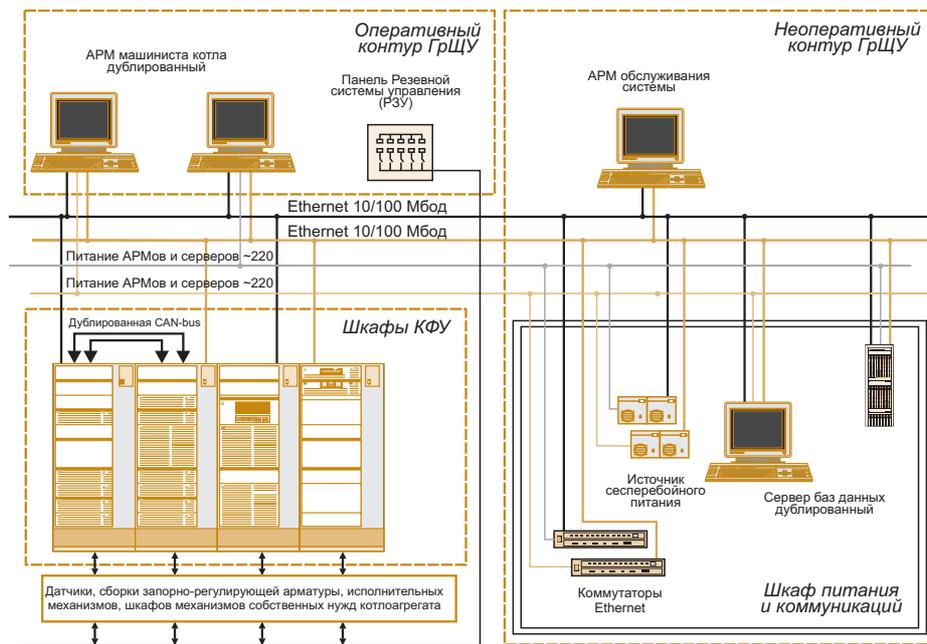


Рис. 2. Структурная схема ПТК "Торнадо"

- автоматическая диагностика всех программных, аппаратных и технических средств АСУТП;
- выдача информации об отказах, блокировка ложной информации;
- первоначальное и последующее конфигурирование ПТК.

ПТК "Торнадо" построен по традиционной иерархической схеме, учитывающей специфику условного разбиения объекта автоматизации на узлы. В зависимости от выполняемых функций в ПТК можно выделить верхний и нижний уровни.

*Нижний уровень* выполняет сбор, ввод и обработку аналоговой и дискретной информации в ПТК, формирует и обрабатывает управляющие воздействия на исполнительные органы технологического оборудования, обеспечивает реализацию функций защит, блокировок и регулирования в соответствии с заданием. Основу нижнего уровня системы составляют контроллеры функциональных узлов (КФУ), объединенные дублированной сетью Ethernet, а также коммутационное и вспомогательное оборудование.

*Верхний уровень* основной системы обеспечивает взаимодействие операторов-технологов и инженерного персонала с управляемым технологическим оборудованием котлоагрегата, организует работу системы и подготовку массивов информации для использования ее неоперативным административно-техническим персоналом станции. Верхний уровень ПТК составляют дублированные АРМ оперативного и неоперативного персонала, серверы БД и приложений, объединенные дублированной сетью Ethernet.

Все элементы ПТК обладают высокой степенью интеграции с разнородными системами и устройствами различных производителей, это позволило объединить технологические данные в единое информационное пространство для полномасштабного управ-

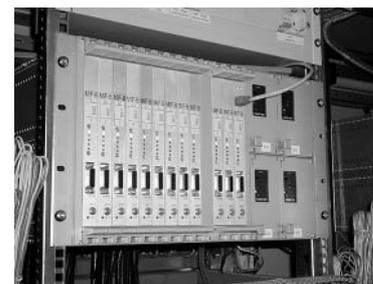


Рис. 3. Крейт MIF-контроллера

ления ТП объекта автоматизации.

Помимо основной системы выполнена резервная система управления на непрограммируемых средствах автоматизации, предназначенная для безаварийного останова котла при отказе средств ПТК.

### Особенности архитектурно-технических решений ПТК

Архитектура и технологические решения ПТК "Торнадо" исключают возможность выхода системы из строя и гарантируют стабильную работу ПТК (рис. 2) во всех режимах работы технологического оборудования. Микропроцессорную платформу ПТК системы составляют современные MIF-контроллеры, характеризующиеся высоким коэффициентом готовности и повышенной отказоустойчивостью.

В состав АСУТП котлоагрегата №13 входят два MIF-контроллера КФУ серии "Торнадо-М" (рис. 3), составляющие основу нижнего уровня ПТК. Технологически MIF-контроллеры выполнены в виде крейта формата 6U с установленными в нем электронными модулями и submodule УСО, обеспечивающими преобразование электрических сигналов, поступающих от/к технологического оборудования, в цифровой код. Основным элементом контроллеров являются модули интеллектуальных функций (MIF) производства ЗАО "МСТ", адаптированные для применений в задачах автоматизации крупных объектов теплоэнергетики. MIF-модули разработаны на основе процессора Motorola 68360, формата 6U с ОС РВ OS-9. Для связи между контроллерными модулями в пределах одного контроллера и между крейтами, принадлежащими одному контроллеру, используется дублированная сеть CAN-bus, обеспечивающая возможность "горячей" замены модулей. Обработка заданий, информации о значениях параметров, анализ достоверности получаемой информации, а также функционирование управляющих и информационно-вычислительных программ происходит непосредственно внутри интеллектуального модуля.

В качестве УСО используются функциональные submodule архитектуры ModPack, реализующие функции дискретного ввода/вывода, аналого-цифрового

преобразования, фильтрации, цифро-аналогового преобразования и другие функции сопряжения с "полевым" уровнем. На каждый модуль-носитель MIF устанавливается до трех функциональных submodule ModPack. Это дает возможность снизить нагрузку и интенсивность межмодульного взаимодействия и соответственно повысить надежность и устойчивость функционирования всей системы в целом.

Особенностью использования в качестве внутренней шины контроллера дублированной сети CAN-bus является не только возможность осуществлять "горячую" замену MIF-модулей без отключения питания контроллеров, но и то, что при этом сетевой шлюз в контроллерах функциональных узлов выглядит абсолютно прозрачным для всех модулей. Это значит, что для любого отправителя (модуля) не имеет значения, где физически находится получатель сообщения, в том же контроллере или на другом технологическом уровне. Такая организация передачи сообщений позволяют гибко и быстро обмениваться данными между задачами, которые выполняются на различных узлах: сообщения могут быть переданы непосредственно из любого устройства сети одновременно любому числу других, в том числе и разнородных устройств.

Функции непосредственного подключения кабелей от датчиков и технологического оборудования, первичного преобразования сигналов, индикации состояния, гальванической развязки, электропитания датчиков и задания схемы подключения возложены на блоки полевых интерфейсов (БПИ). Подключение полевых кабелей к БПИ осуществляется без промежуточных преобразователей, согласователей и шкафов промежуточных клеммников.

Технологические MIF-контроллеры, кроссовое оборудование (БПИ) и вспомогательные коммутационные элементы расположены в шкафах двухстороннего обслуживания со степенью защиты от внешних факторов IP55.

Для связи с верхним уровнем ПТК в каждом из контроллеров имеется несколько выделенных MIF-модулей, обеспечивающих связь с дублированной сетью Ethernet, объединяющей все элементы ПТК.

Компьютеры АРМ, серверы и контроллеры объединены сетью Ethernet, это обеспечивает полную взаимозаменяемость функций АРМ и дает возможность получать доступ к управлению ТП котлоагрегата с любого рабочего места. Для повышения надежности сеть выполнена дублированной. Каждый из элементов ПТК, подключаемый к сети, имеет два интерфейса Ethernet. Сеть выполнена с использованием витой пары и имеет радиальную топологию.

Все компоненты верхнего уровня ПТК питаются от системы бесперебойного питания, установленной в шкафах КФУ. Система бесперебойного питания верхнего уровня построена на двух ИБП, выходы которых образуют дублированную шину питания переменного тока с напряжением 220 В.

Питание контроллеров обеспечивают вторичные дублированные источники электропитания КФУ, ус-

тановленные в крейтах. Входное напряжение на дублированные источники электропитания поступает от двух независимых шин питания напряжением: ~220В и =220В общестанционной батареи. Объединенные по выходу и имеющие одинаковое выходное напряжение, вторичные источники электропитания работают в режиме разделения нагрузки. Мощность каждого источника достаточна для полной нагрузки системы при перебоях входного напряжения на любой из питающих линий.

При создании АСУТП котлоагрегата в ПТК системы заложена функциональная, информационная и структурная избыточность. В каждом отдельном контроллере предусмотрен резерв незадействованных каналов ввода/вывода 5...10%, свободных позиций для установки дополнительных модулей ввода/вывода до 10%. Программируемые средства верхнего уровня имеют значительный запас по производительности, допускающий удвоение всех видов входной информации, а также число функций обработки, без изменения аппаратной платформы ПТК.

Предусмотрена возможность ввода принципиально новых технологических узлов и установки дополнительных шкафов контроллеров. За счет того, что все модули в КФУ являются интеллектуальными и именно в них выполняются все управляющие программы, обеспечивается линейный рост производительности нижнего уровня ПТК при установке в системе новых модулей или контроллеров, пропорциональный объему системы.

Скоростные характеристики сетей передачи данных и применяемые системы управления БД позволяют увеличить число данных с сохранением установленных параметров скорости обработки, передачи, отображения и регистрации информации, передачи сигналов и управляющих воздействий.

Таким образом, предусмотрена дальнейшая модернизация и расширение АСУТП с сохранением показателей производительности и быстродействия для перспективы внедрения дополнительных технологических подсистем управления (внедрение газового хозяйства, автоматизация тракта подачи топлива, золо- и шлакоудаления и т.д.). Кроме того, открытая модульная архитектура построения ПТК дает возможность полной взаимозаменяемости ее аппаратных и программных средств аналогичными компонентами от различных производителей.

#### **Информационное обеспечение системы управления**

В информационное обеспечение АСУТП входит набор программных средств, формирующих информационные потоки и обеспечивающих их передачу между всеми компонентами системы, а также структуры данных, АРМ, серверы БД и приложений.

Информационное обеспечение (ИО) организовано по иерархическому принципу: структуры данных и программные средства распределены между нижним и верхним уровнями ПТК и серверами БД и приложений.

АРМ обеспечивают отображение состояния технологического оборудования и параметров ТП, взаимодействие с оперативным и обслуживающим персоналом (дистанционное управление исполнительными устройствами, ввод заданий регуляторам, просмотр протоколов, подготовка отчетов и сводок, включение и отключение управляющих систем и др.).



Рис. 4. АРМ машиниста

На видеотерминалах АРМ персоналу предоставляется полная информация о текущих значениях параметров, положении регулирующей и запорной арматуры, состоянии основного и вспомогательного технологического оборудования и системы управления, сигнализации нарушений ТП и представление справочной информации. Эта информация предоставляется в виде мнемосхем различной степени детализации, таблиц, гистограмм, графиков изменения текущего значения параметров, текстовых сообщений.

АРМ обслуживания АСУТП предназначен для обслуживания и модификации системы управления котлоагрегатом. АРМ обслуживания системы оснащен комплексом средств проектирования и документирования, а также специализированными программными инженерными пакетами, позволяющими решать задачи управления и реконфигурации ПТК: разработки прикладного ПО контроллеров (ISaGRAF Development), модификации видеокадров АРМ машиниста (InTouch Development) и программами загрузки/выгрузки прикладного ПО в/из технологические контроллеры. АРМ обслуживания системы оснащен также аппаратурой и специализированным ПО производства ЗАО "МСТ", которые позволяют автоматизировать работу по калибровке и поверке измерительных каналов в системе. Все это позволяет выполнять все служебные и пользовательские функции обслуживающего оперативного и неоперативного персонала (запуск системы, ее реконфигурация, тестирование, диагностирование, контроль санкционированного доступа, модернизация, внесение изменений в действующую систему и др.).

АРМ машиниста (рис. 4) обеспечивает выполнение всех функций контроля и управления ТП. АРМ машиниста выполнен дублированным на двух РС-совместимых компьютерах. На всех АРМ функционируют программы сервера приложений, которые являются основным связующим элементом информационных потоков между ПО верхнего и нижнего уровней системы.

Сервер БД является архивом системы и предназначен для хранения конфигурационных параметров

системы, информации, поступающей в ПТК от датчиков и исполнительных органов, а также действий оператора. Таким образом, в сервере БД хранятся подробные данные о состоянии технологического оборудования и системы управления, что упрощает подготовку различных отчетов, а также позволяет быстро выявлять причины возникновения внештатных ситуаций.

За последние годы ЗАО "МСТ" внедрены более шести промышленных АСУТП котлоагрегата на предприятиях энергетической отрасли.

ОАО "Бийскэнерго" ТЭЦ-1 (г. Бийск, Алтайский Край):

- проект автоматизации котлоагрегата № 13 реализован совместными усилиями ЗАО "МСТ", ЗАО "СибКОТЭС" (г. Новосибирск), ОАО "Томсктеплоэлектропроект" (г. Томск); сдан в декабре 2003 г.; объем системы управления более 1193 каналов ввода/вывода;

- проект автоматизации котлоагрегата № 16 реализован совместными усилиями ЗАО "МСТ", АО "Сибтехэнерго" и ОАО "Новосибирсктеплоэнергопроект" (г. Новосибирск); сдан в ноябре 2002 г.; общий объем системы составил более 1000 каналов ввода/вывода.

Абаканская ТЭЦ ОАО "Хакасэнерго" – котлоагрегат №4 (г. Абакан): проект был реализован в рамках сотрудничества компаний ЗАО "МСТ, ЗАО "СибКОТЭС" и ОАО "Новосибирсктеплоэнергопроект" (г. Новосибирск); сдан в декабре 2003 г.; объем системы составил более 1400 каналов ввода/вывода.

Омская ТЭЦ № 4 ОАО "Омскэнерго" – котлоагрегат №7 (г. Омск): проект реализован совместными усилиями ЗАО "МСТ", ЗАО "СибКОТЭС", ОАО "Новосибирсктеплоэлектропроект" (г. Новосибирск) и ОАО "Омский ВЭП" (г. Омск); сдан в опытную эксплуатацию в феврале 2004 г.; объем системы – более 1300 каналов ввода/вывода.

Читинская ТЭЦ-1 ОАО "Читаэнерго" – котлоагрегат №1 (г. Чита): проект реализован совместными усилиями ЗАО "МСТ", АО "Сибтехэнерго", ОАО "Новосибирсктеплоэнергопроект" (г. Новосибирск) и ОАО "Читатехэнерго" (г. Чита); сдан в январе 2002 г.; объем системы – более 1000 каналов ввода/вывода.

Кузнецкая ТЭЦ (г. Новокузнецк, Кемеровская область): проект реализован совместными усилиями ЗАО "МСТ", ЗАО "СибКОТЭС" (г. Новосибирск), ОАО "Укрэнергопром" (г. Киев); в декабре 2003 г. сдан в опытную эксплуатацию; объем системы – более 1000 каналов ввода/вывода.

*Олег Викторович Сердюков – канд. техн. наук, ген. директор,  
Александр Иванович Тимошин – вед. инженер компании "Модульные Системы Торнадо".*

*Контактный телефон (3832) 39-93-52;  
E-mail: info@tornado.nsk.ru; http://www.tornado.nsk.ru*