МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИМ ОБЪЕКТОМ НА БАЗЕ SCADA-СИСТЕМЫ

М. А. Макаровский

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», Российская Федерация

Научный руководитель А. Н. Швецов

Рассмотрена модернизация неавтоматизированной газовой котельной в Вологде путем внедрения SCADA-системы. Показано, что создание системы сбора, визуализации и архивирования данных является первым и необходимым шагом для перехода от ручного управления к цифровым методам контроля. Разработана трехуровневая SCADA-система на базе отечественного программируемого логического контроллера ОВЕН и программного комплекса MasterSCADA 4D. Система обеспечивает централизованный мониторинг ключевых параметров: температуры, давления, расхода, уровня и состояния оборудования. Реализован удобный человеко-машинный интерфейс с мнемосхемами, цветовой и звуковой сигнализацией отклонений. Внедрение SCADA-системы позволило повысить ситуационную осведомленность персонала, сократить время реагирования на нештатные ситуации и создать цифровую историю работы объекта. Полученные результаты создают основу для дальнейшего внедрения интеллектуальных методов анализа.

Ключевые слова: SCADA, визуализация, человеко-машинный интерфейс, протокол Modbus, мнемосхема, программируемый логический контроллер.

Цифровая трансформация энергетического сектора требует перехода от ручного управления и простейшей автоматизации к интеллектуальным, адаптивным системам. Эта задача особенно актуальна при модернизации небольших и средних распределенных тепловых объектов, многие из которых до сих пор работают в ручном режиме [1]. Отсутствие систематического сбора телеметрических данных является ключевым барьером для внедрения современных методов анализа и оптимизации.

В данном исследовании в качестве объекта модернизации рассматривается существующая неавтоматизированная газовая котельная в Вологде. Первым и обязательным шагом является создание системы сбора данных, визуализации и архивирования – SCADA-системы (Supervisory Control and Data Acquisition). Такая система выполняет функции первичного сбора данных с датчиков, обеспечивает базовые контуры автоматического регулирования, отображает информацию в реальном времени и формирует исторический архив технологических параметров.

Первым практическим шагом в модернизации неавтоматизированной котельной стала разработка и внедрение SCADA-системы. Основная цель – создание единого информационно-управляющего контура, обеспечивающего переход от эмпирического ручного управления к цифровому управлению на основе данных. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1) обеспечен сбор телеметрической информации со всех ключевых точек технологического процесса (датчики температуры, давления, расхода, уровня и состояния оборудования);

2) реализованы базовые алгоритмы автоматического управления для стабилизации основных технологических параметров (например, температуры в подающем трубопроводе);

3) создан человеко-машинный интерфейс (HMI) для интуитивно понятной визуализации состояния всего технологического процесса в реальном времени;

4) организовано надежное архивирование данных (исторические тренды) и логирование всех событий и действий оператора.

SCADA спроектирована по классической трехуровневой схеме [2].

Полевой уровень отвечает за съем данных и прямое воздействие на оборудование. Состоит из датчиков (давления, температуры, расхода), преобразователей и исполнительных механизмов (клапаны, частотные регуляторы). Его задача – превращать физические величины в унифицированные сигналы и исполнять команды.

Уровень управления (контроллерный) обеспечивает двусторонний обмен данными между полем и верхним уровнем. Реализован на программируемых логических контроллерах (ПЛК), промышленных шлюзах и сетевом оборудовании. ПЛК исполняют локальные алгоритмы и гарантируют надежность регулирования.

Верхний (диспетчерский) уровень собирает, хранит, обрабатывает и визуализирует всю информацию. Включает серверы, рабочие станции операторов и сетевое оборудование в диспетчерской. SCADA-софт обеспечивает HMI, ведение архивов и журналов, формирование отчетов – все необходимое для принятия решений.

Аппаратное и программное обеспечение SCADA-системы, используемой для автоматизации газовых котельных, должно соответствовать следующим требованиям: человеко-машинный интерфейс должен быть простым и удобным; подключение и диагностика оборудования должны быть автоматическими после восстановления питания; информация должна измеряться, обрабатываться и храниться регулярно; управляющие воздействия должны быть высокоточными; система должна допускать модернизацию.

На рынке представлены различные зарубежные и отечественные SCADA-системы. В данном проекте выбрана отечественная система MasterSCADA 4D от компании InSAT. Ключевые особенности этой системы: объектно-ориентированный подход, позволяющий настраивать систему под конкретную задачу; совместимость с широким спектром оборудования, используемого в газовых котельных; встроенная библиотека для создания человеко-машинного интерфейса; совместимость с популярными СУБД; возможность модернизации.

На объекте в Вологде был проведен анализ установленного оборудования на предмет его совместимости с MasterSCADA и соответствия требованиям импортозамещения.

Основные компоненты: отечественный контроллер ОВЕН PLC110-220.30.P-MS4-3[M02] с поддержкой нужных протоколов; датчики давления ОВЕН ПД100-ДИ (вода – 0,016–40 МПа); метран 55-ДИ18 (газ – 0,25–2,5 МПа); датчики температуры ДТС 095-50М.В3.100 (вода и дымгазы – 0,4–10 МПа); фотодатчики FSP 1.2 для контроля пламени в котле; измерение давления/разрежения воздуха АДН-50.2, АДР-50.2 (–50…50 кПа); расходомеры: ВТК RSC (0–2,5 МПа); насосы и преобразователи Wilo, OMRON (11–30 кВт).

Схема подключения изображена на рис. 1.

Схема подключения показывает, что датчики и частотники связаны с ПЛК через RS-485 (протокол Modbus, двусторонний обмен). Топология – «длинная линия». Реле сигнализации и статуса котлов подключены к дискретным входам/выходам. Преобразователь протоколов связывает все ПЛК с компьютером оператора. Данные из котельной передаются в центр управления через GSM. Программа создается в MasterPLC Designer и загружается в контроллер.

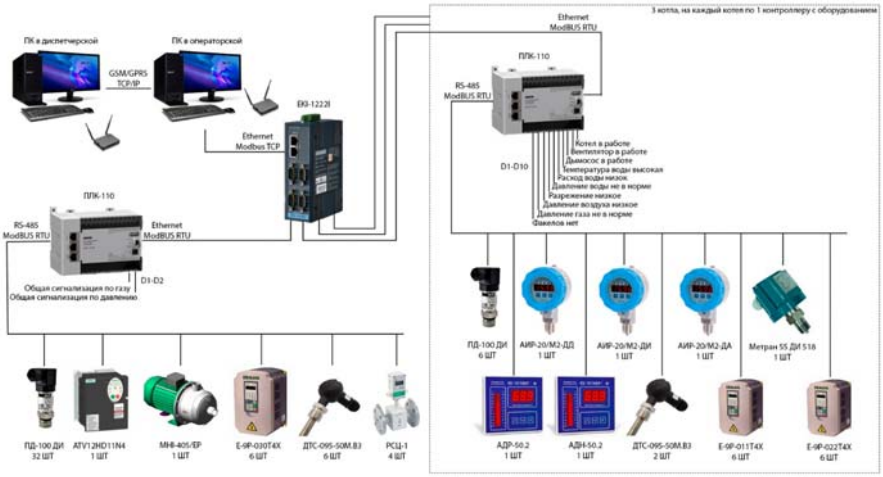

Рис. 1. Схема подключения оборудования

Правильно спроектированный и реализованный человеко-машинный интерфейс создает единое рабочее пространство оператора для централизованного управления и визуального контроля всего процесса. Графические мнемосхемы, являющиеся ядром интерфейса, обеспечивают наглядное отображение текущего состояния контрольно-измерительных приборов и исполнительных механизмов. Они отображают ключевые параметры процесса в реальном времени: давление в различных контурах, температуру теплоносителя и дымовых газов, частоту вращения сетевых насосов, вентиляторов и дымососов. Разработанная мнемосхема в программе MasterSCADA 4D показана на рис. 2.

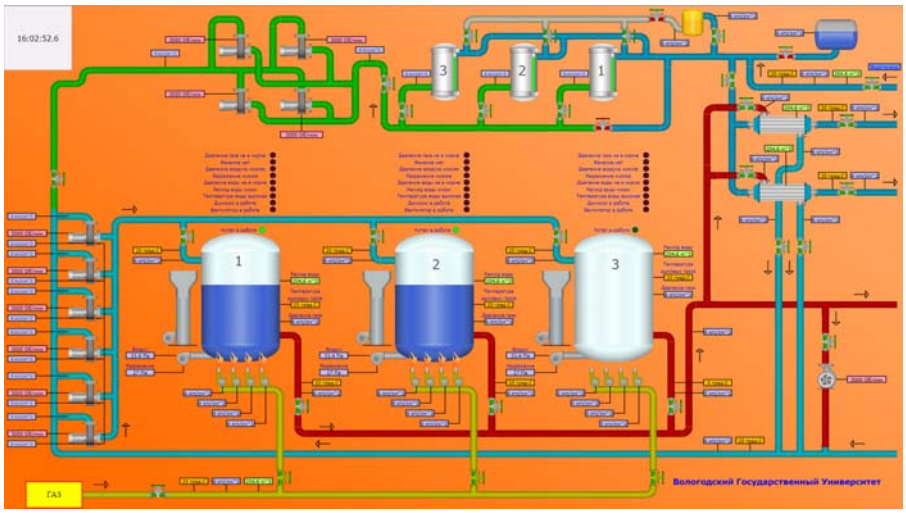

Рис. 2. Мнемосхема

В ходе выполнения работы была разработана и внедрена SCADA-система для неавтоматизированной газовой котельной в Вологде. Внедрение SCADA-системы позволило: перейти от ручного управления к цифровому контролю; повысить ситуационную осведомленность персонала; сократить время реагирования на отклонения; создать цифровую историю работы объекта.

Литература

1. Боровков, В. М. Теплотехническое оборудование : учебник / В. М. Боровков, А. А. Калютик, В. В. Сергеев. – М. : Академия, 2015. – 192 с.
2. Бойер, С. А. SCADA: системы диспетчерского управления и сбора данных : рук. по промышл. системам управления (безопасность) / С. А Бойер. – CRC Press, 2018.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР СОПРОТИВЛЕНИЙ 50−75 Ом

В. Д. Ходина, Е. А. Маныкина

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск

Научный руководитель В. Н. Шашок

Решена задача широкополосного согласования волновых трактов радиотехнических систем на основе минимаксного критерия Чебышева с использованием частотного преобразования Матея. Приведен пример такого решения на примере согласования цепей с сопротивлением 50 и 75 Ом в полосе УКВ диапазона.

Ключевые слова: трансформатор сопротивлений, квазиполосовая аппроксимирующая функция передачи, частотное преобразование Маттея.

Увеличение задач, выполняемых современными радиотехническими системами (РТС), усложнение помеховой обстановки и использование противником средств противодействия требует постоянного их совершенствования и модернизации. Одними из направлений развития РТС являются применение широкополосных сигналов и новых сложных алгоритмов их обработки, освоение новых и расширение уже используемых частотных диапазонов. При осуществлении таких направлений актуальным является решение задач реализации широкополосных антенно-фидерных трактов РТС.

Примером антенн, обладающих широким диапазоном рабочих частот, являются биконические антенны и антенны Наденко. Однако наряду с широким диапазоном рабочих частот данные антенны имеют меньший входной импеданс (50 Ом). В таком случае при замене узкополосного полуволнового вибратора рассматриваемыми антеннами возникает необходимость согласования малого импеданса антенн с волновым сопротивлением 75 Ом линий передачи.

На практике данная задача обычно решается включением между согласуемыми трактами четвертьволнового трансформатора. В случае необходимости обеспечения широкого диапазона рабочих частот согласуемых трактов используются несколько последовательно включенных четвертьволновых отрезков. Однако такие конструкции в метровом и более низком частотных диапазонах могут иметь значительные габариты. Также их недостатком является наличие дополнительных полос пропускания.

Для решения задачи широкополосного согласования трактов предлагается использовать реактивные четырехполюсники с квазиполосовой функцией передачи. Данная функция является модификацией полиномов Чебышева первого рода частотным преобразованием Матея [1]:

$$\omega' = \frac{2\omega^2 - \omega_в^2 - \omega_н^2}{\omega_в^2 - \omega_н^2},$$

где $\omega_н$ и $\omega_в$ – нижняя и верхняя границы диапазона рабочих частот.