

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТАМИ ДЛЯ ГЭС БАЛИМЕЛА

К.А. Коршиков (ООО "НПФ "Ракурс")

Специалистами НПФ "Ракурс" введена в эксплуатацию АСУ гидроагрегатами №7, 8 ГЭС Балимела (Индия). Представлены структура и программно-технический состав системы, перечислены выполняемые ею функции.

ГЭС Балимела (Индия) — объект в речной долине, предназначенный главным образом для производства электроэнергии. В состав сооружений ГЭС входит земляная плотина длиной 1821 м, удаленная от здания ГЭС примерно на 30 км. Водоохранилище принимает сток водосбора площадью 4910 км². Вода из водоохранилища поступает по подводному туннелю и каналу в уравнивающий резервуар, от которого отходят четыре напорных туннеля диаметром по 3,7 м. Каждый туннель разветвляется на два напорных трубопровода.

ГЭС проектировалась на восемь агрегатов мощностью по 60 МВт каждый. Первую очередь составили шесть агрегатов, установленных и пущенных в 1973–77 гг. В этот же период подготовили здание ГЭС и основания для агрегатов № 7 и 8. Монтаж этих агрегатов второй очереди со всем вспомогательным оборудованием ведется в настоящее время.

Агрегаты №7, 8 — вертикальные радиально-осевые турбины с номинальной выходной мощностью 75 МВт, расходом 28 м³/с, номинальным напором нетто 274,5 м, номинальной частотой вращения 375 об/мин, рабочее колесо диаметром 2,8 м и быстроходностью 62,5 об/мин. Турбины соединяются с вертикальными трехфазными синхронными генераторами мощностью 75 МВт, напряжением 11 кВ, частотой 50 Гц.

В качестве фирмы-производителя системы управления гидроагрегатами №7,8 генподрядчик ОАО "Силовые машины" выбрал НПФ "Ракурс" (С.-Петербург). Генпроектировщиком выступил институт "Ленгидропроект".

Функции системы управления

АСУ гидроагрегатами №7, 8 служит для реализации следующих функций: управления пуском/остановом агрегатов в нормальных и аварийных режимах; реализации гидромехзащит агрегатов; обеспечения работы агрегатов в заданных режимах без вмешательства оперативного персонала; предупредительной и аварийной сигнализации, регистрации неисправностей; контроля температурного состояния гидроагрегатов; аналоговых измерений технологических параметров; контроля положения коммутационных аппаратов; архивирования технологической информации, формирования и печати архива событий; отображения технологической информации и вывода сообщений оператору; регулирования активной и реактивной мощности гидроагрегатов и поддержания величины и частоты напряжения на шинах ГЭС; обеспечения живучести и самодиагностики комплекса технических средств; документирования оперативной информации о работе оборудования, дей-

ствиях оператора, формирования и печати таблиц параметров, сменной и суточной ведомостей; архивации и накопления информации.

Система формирует следующие управляющие воздействия по гидротурбине: регулятором частоты вращения; сервомоторами направляющего аппарата; основным и резервным насосами маслонапорной установки системы регулирования и устройством автоматической подкачки воздуха для поддержания давления и рабочего объема масла в гидроаккумуляторе; клапаном аварийного закрытия направляющего аппарата; лекажным насосом откачки масла; предтурбинным шаровым затвором и его маслонасосным агрегатом.

Система формирует управляющие воздействия по генератору: системой тиристорного возбуждения генератора; изменением напряжения и реактивной мощности генератора; торможением гидроагрегата при остановке; пожаротушением генератора.

Система формирует управляющие воздействия по гидроагрегату в целом: механизмами технического водоснабжения (ТВС); формированием и передачей оператору ГЭС полной информации о текущих режимах, параметрах режима и состоянии гидроагрегата и его вспомогательных устройств; на формирование, регистрацию и выдачу аварийных и предупредительных сигналов при возникновении в системе управления агрегатом неисправностей или ненормальных режимов работы.

Указанные воздействия и функции выполняются исполнительными механизмами в соответствии с алгоритмами управления гидроагрегатом. Информация для оператора представляется на устройствах отображения (компьютерах и программируемых терминалах) в машинном зале и на ЦПУ в виде световых и текстовых сообщений, а также звуковой сигнализации.

Состав системы

АСУ генераторами №7, 8 включает шкафы управления агрегатами ШУА ГА7 и ШУА; шкафы систем измерения и сигнализации СИС ГА7 и СИС; стойки сервера; столы оператора в ЦПУ и машинном зале; инженерную станцию.

Шкафы управления агрегатами предназначены для: сбора дискретной и аналоговой информации; контроля постоянной готовности остановленного агрегата к пуску; автоматического выполнения всех необходимых операций по пуску и остановке агрегата; обеспечения работы агрегата в заданном режиме без вмешательства оперативного персонала; постоянного контроля состояния агрегата и его вспомогательных механизмов; защи-

ты агрегата от механических повреждений и ненормальных режимов работы (гидромеханические защиты).

В связи с повышенными требованиями к безотказной работе в шкафах ШУА установлены контроллеры, обеспечивающие резервирование наиболее важных подсистем.

Шкафы систем измерения и сигнализации предназначены для: температурного контроля (термоконтроля); электрических измерений; гидротехнических измерений; сигнализации; ввода/вывода управляющих воздействий (аналоговых и дискретных).

Функции стойки сервера заключаются в: периодическом опросе истории событий с контроллеров; накоплении БД истории событий; накоплении базы данных аналоговых параметров; выполнении запросов на получение данных от рабочих станций оператора.

Столы оператора предназначены для размещения АРМ оператора, выполняющих функции: дистанционного управления агрегатами; ввода и отображения информации по системе термоконтроля и измерений агрегатов; ввода и отображения информации по системе сигнализации ГЭС; ввода и отображения информации по гидротехническим измерениям; контроля и управления коммутационными аппаратами гидроагрегата; отображения информации состояний генератора и вспомогательных устройств с представлением мнемосхем, таблиц и графиков регистрируемых параметров, диаграмм мощностей и другой оперативной информации; формирования активной мнемосхемы гидроагрегатов; формирования и представления сообщений; формирование и печать отчетов.

Инженерная станция (компьютер Laptop), поставляемая в составе АСУ гидрогенераторов, выполняет следующие функции: программирование и отладку программ контроллеров системы управления; программирование NS-терминалов; программирование и настройку SCADA-систем; настройку сети; организацию дополнительного АРМ оператора в случае необходимости; анализ данных, накопленных системой управления в процессе эксплуатации; подготовку документов.

Технические средства АСУ гидроагрегатами

Основными устройствами системы управления являются ПЛК фирмы Omron. При этом в зависимости от требований к подсистеме, используются два типа ПЛК: CS1H и CS1D.

Контроллер CS1H установлен в шкафах СИС. Он является высокопроизводительным и надежным контроллером с большим объемом памяти, развитой системой команд и широким спектром устройств ввода/вывода. Непосредственно в корзине контроллера установлены: модули дискретного ввода/вывода; модуль Ethernet; модуль процессора; модуль питания; мастер-модуль сети Device Net; дополнительная коммуникационная плата для обмена информацией с системой сбора данных (ССД).

Удаленные модули сети Device Net, установленные непосредственно в шкафу СИС, предназначены для

ввода токовых аналоговых сигналов и выдачи сигналов аналогового управления. Достоинством этих модулей является надежность, высокая скорость опроса и гальваническая развязка между изолированными цепями с напряжением 500В.

Для ввода в контроллер сигналов температур используется ССД, включающая пять концентраторов, к каждому из которых подключены 16 цифровых измерительных преобразователей (ЦИП). К каждому ЦИП подключается один датчик. ЦИП постоянно производит измерение выходного сигнала подключенного к нему датчика, фильтрацию сигнала от периодических помех промышленной частоты и преобразование полученного значения в цифровой код. Концентраторы передают полученную от ЦИП информацию контроллеру по интерфейсу RS-422. Невысокая (по сравнению с сетью Device Net) скорость опроса (0,5 с на цикл) в отношении приема сигналов температур является вполне достаточной. К достоинствам ССД можно отнести высокую диэлектрическую прочность (5000В для ЦИП и 1000В для концентратора) и резервирование портов связи с контроллером.

Контроллер CS1D. В связи с тем, что к системе управления предъявляются повышенные требования по безотказной работе, в шкафах управления гидроагрегатами используются дублированные контроллеры CS1D (рис. 1) повышенной надежности фирмы Omron. Используя резервирование модулей процессора, модулей питания, модулей связи и модулей ввода/вывода, CS1D может продолжать управление процессом и восстанавливаться без перезагрузки всей системы даже после сбоя в работе или выхода из строя какого-либо из модулей контроллера. Поддержка "горячей замены" позволяет менять модули без отключения контроллера.

Терминалы. Как на шкафах ШУА, так и на шкафах СИС установлены программируемые 256-цветные терминалы NS10 с размером экрана 10". Использование терминалов сер. NS фирмы OMRON позволяет: отображать в графическом и текстовом формате параметры ТП, состояние оборудования и системы управления; отображать состояние исполнительных механизмов, коммутационной аппаратуры и др.; вводить и корректировать необходимую информацию; осуществлять ручное управление оборудованием; отказаться от использования сигнальных ламп и кнопок управления; осуществлять защиту от несанкционированного доступа с терминала.

К коммуникационной подсистеме системы управления предъявляются следующие требования: высокая пропускная способность; высокая отказоустойчивость, то есть способность при отказе одного или нескольких узлов или линий связи сохранять работоспособность; расширяемость, то есть простота добавления в сеть систем управления другими гидроагрегатами; питание переключателей (switch) от постоянного напряжения 24 VDC; прокладка оптоволоконной линии связи на участке от ЦПУ до машинного зала.



Рис. 1

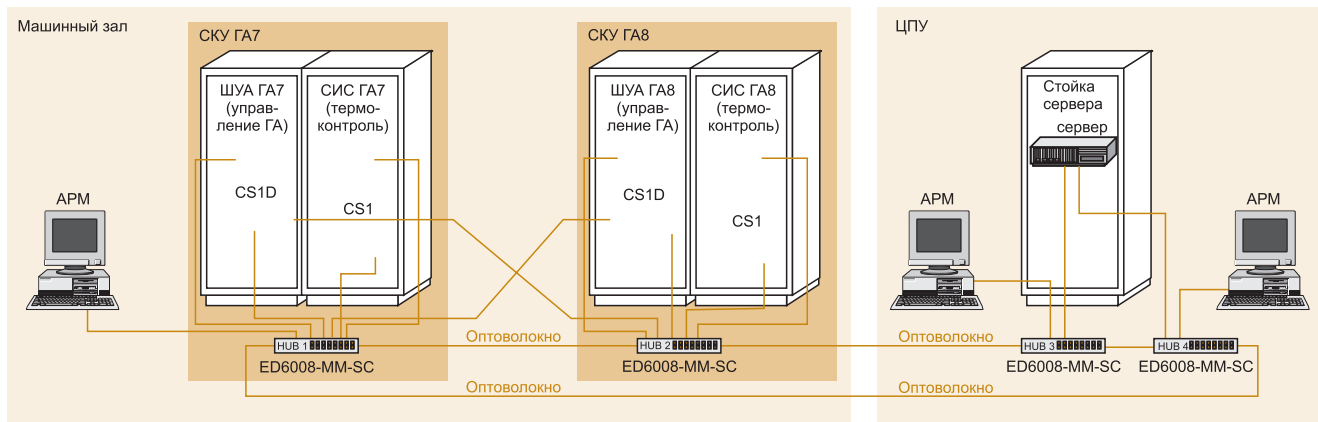


Рис. 2. Общая структура сети Ethernet

Всем этим требованиям отвечает сеть стандарта Fast Ethernet. Высокая отказоустойчивость сети достигается за счет использования управляемых переключателей Ethernet ED6008 фирмы Моха. Каждый переключатель имеет два оптических порта, с помощью которых реализуется построение системы по топологии "кольцо". При этом используется технология Моха Turbo Ring со временем полного восстановления в случае обрыва линии связи 300 мс. Общая структура сети Ethernet представлена на рис. 2, из которого видно, что контроллер CS1D связан с переключателями Ethernet как в шкафу ШУА GA7, так и ШУА GA8. Этим достигается резервирование на случай отказа переключателя ED6008. В стойке сервера для повышения надежности используется два переключателя. Связь "терминал-переключатель" используется для удаленного программирования терминалов.

Питание системы контроля и управления (СКУ) осуществляется от источника переменного тока (415 В - 15%)...(415 В +10%) или от источника постоянного бесперебойного питания =220В. Трехфазному переменному напряжению 415В соответствует однофазное переменное напряжение 240В. При этом должна быть обеспечена бесперебойная работа системы управления при пропадании напряжения на одном из входов или при переключении схемы автоматического включения резерва. Это требование распространяется на все шкафы управления и на стойку сервера.

Для выполнения этих требований были использованы специальные схемотехнические решения, с помощью которых напряжения с обоих входов подаются на блоки питания с выходным напряжением =24В. Это напряжение используется для питания: ПЛК, преобразователей сигналов, переключателей Ethernet, входных дискретных сигналов, выходных реле.

В стойке сервера напряжение =24В используется для питания системного блока сервера, в который устанавливается блок питания с соответствующим входным напряжением. Этим достигается бесперебойная работа системы управления при пропадании напряжения на одном из вводов.

Программное обеспечение АСУ гидроагрегатами

В АСУ гидроагрегатами использовалось следующее ПО:

- CX-programmer v5.0 – пакет программ для программирования контроллеров фирмы Omron, позволяющий производить отладку программ и редактирование в on-line режиме. Программа пишется на языке релейно-контактных схем, чем достигается высокая наглядность и низкая вероятность ошибок при программировании;
- CX-supervisor – пакет программ для создания SCADA-систем, который позволяет быстро создавать эффективные и наглядные системы верхнего уровня. К достоинствам этого программного средства относятся: удобный графический интерфейс; возможность использования офисных программ для подготовки исходных данных для SCADA-системы; большой набор графических примитивов и органов управления; поддержка script-ов;
- NS-designer – программный пакет для программирования терминалов серии NS. Отличается удобным настраиваемым операторским интерфейсом; возможностью обмена информацией с офисными программами; большим набором графических примитивов и органов управления; развитыми средствами тестирования программ; возможностью написания макросов.

Утилиты настройки переключателя Моха. ПО, поставляемое в комплекте с переключателями ED6008, позволяет настраивать режим работы сети таким образом, чтобы минимизировать время восстановления в случае обрыва линии связи или выхода из строя одного из переключателей.

Выводы

Разработанная специалистами НПФ "Ракурс" АСУ гидроагрегатами удовлетворяет всем требованиям технического задания и обеспечивает: удобство работы оператора; модернизируемость и расширяемость; быструю реакцию на действия оператора; высокую надежность и вычислительную мощность; возможность анализа функционирования объекта управления во всех режимах; полное резервирование наиболее важных подсистем; ремонтпригодность.

Гарантийные обязательства на данную систему составляют 2 года с момента приема ее в эксплуатацию.

Коршиков Константин Александрович – главный инженер-проектировщик ООО "НПФ "Ракурс".
Контактный телефон (812) 252-59-09.