

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГБЛОКА № 3 ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС

А.С. Артемьев (ОАО "Смоленскатомтехэнерго"),
Д.Н. Бабкин (ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ"),
В.Л. Бусырев, С.И. Доронин (ЛАЭС), Д.В. Мякишев (НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ"),
Н.А. Прохоров (ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ"),
К.А. Столяров, Ю.А. Тархов (НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ"),
К.Н. Шишкин (ООО "Техноаналит")

Приводятся описание и технические характеристики системы автоматического контроля параметров водно-химического режима (АХК ВХР) энергоблока №3 Ленинградской АЭС (ЛАЭС), созданной специалистами НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" в сотрудничестве со специалистами эксплуатирующей и проектной организаций, а также с изготовителями и поставщиками отдельных компонентов системы АХК ВХР.

Ключевые слова: автохимконтроль, устройство подготовки проб, водно-химический режим, анализатор жидкости, контроллер, сервер, программное обеспечение, химцех.

Система АХК ВХР предназначена для непрерывного контроля водно-химического режима атомной станции в целях обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации основного технологического оборудования. На основе данных, предоставляемых системой, принимаются решения о дальнейшем режиме эксплуатации основного технологического оборудования, выявляются источники загрязнения контура многократной принудительной циркуляции (КМПЦ) и необходимость выполнения корректирующих мероприятий (устранение источников загрязнений, замена/регенерация фильтров очистки и т.п.)

Создание системы АХК ВХР энергоблока №3 ЛАЭС явилось результатом успешной деятельности пред-

приятия "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" (г. Пенза) – разработчика и производителя средств и систем автоматизации [1], успешно работающего на объектах атомной энергетики РФ [2, 3] и укрепляющего позиции на рынке поставщиков интегрированных систем автоматизации "под ключ".

Работа над созданием системы осуществлялась в тесном сотрудничестве со специалистами ЛАЭС, ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ", "Смоленскатомтехэнерго", ООО "ЭЛП", ООО "Техноаналит", обеспечившими разработку оптимальных технических решений и выбор оборудования для реализации данного проекта.

Разработанная система АХК ВХР имеет трехуровневую иерархическую структуру, отражающую как условия эксплуатации и размещения компонентов системы, так и выполняемые ею функции (рис. 1).

Оборудование нижнего уровня системы АХК ВХР, предназначенное для обеспечения отбора проб теплоносителя и измерения химических параметров ВХР отобранной пробы, состоит из:

- стоек с панелями, импульсными линиями и электрораспределительным оборудованием;
- устройств подготовки пробы (УПП);
- приборов химконтроля.

Оригинальные стойки для размещения оборудования разработаны и изготовлены в НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" в соответствии с требованиями эксплуатирующей и проектной организаций. Стойки обеспечивают размещение оборудования в помещениях отбора и дренирования пробы теплоносителя с учетом возможности выполнения мероприятий по радиационной безопасности и дезактивации оборудования (рис. 2).

Панели и импульсные линии выполнены из нержавеющей стали, соединяются при помощи фитингов SUPERLOCK и оборудованы клапанами тонкой регулировки расхода пробы с линейной характеристикой для каждого прибора.

В качестве УПП применены устройства пробоподготовки SENTRY, поставленные ООО "Техноаналит" –

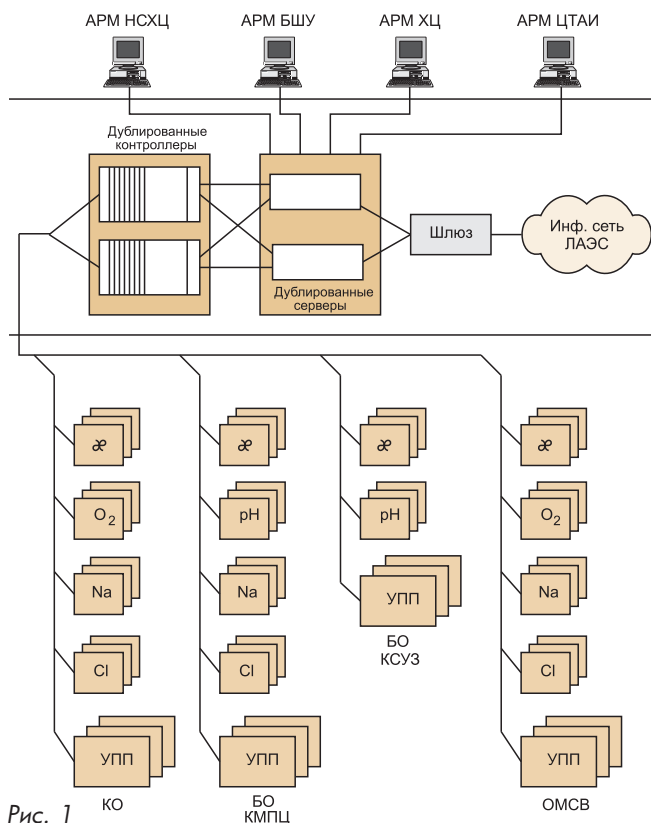


Рис. 1

SL 200L (для давления до 20 бар), и SL 200H (для давления до 150 бар), обеспечивающие охлаждение пробы, снижающие и поддерживающие давление 1,4 бар, подаваемое на приборы химконтроля, реализующие индикацию параметров пробы и формирование сигналов предупредительной технологической сигнализации. Также УПП обеспечивают необходимый расход пробы на анализаторы независимо от колебаний давления в пробоотборной линии до УПП благодаря встроенному регулятору давления "до себя". Защита измерительных систем анализаторов от превышения температуры пробы обеспечивается энергонезависимым термоотсечным клапаном с релейным сигналом о срабатывании. В соответствии с требованиями радиационной безопасности УПП были доработаны по согласованию с поставщиком.

Для осуществления контроля химических параметров энергоблока в системе АХК ВХР были применены автоматические анализаторы АТОН-301 МП (для контроля удельной электропроводимости, pH, концентрации кислорода и ионов натрия) и автоматические хлоридомеры ХА-06 (для контроля концентрации хлорид-ионов) в пробах теплоносителя.

Примененные в системе приборы в полной мере удовлетворяют требованиям по условиям эксплуатации, точности и достоверности представляемой информации, предъявляемым к подобному оборудованию. Все первичные преобразователи анализаторов разрабатывались с учетом норм контроля параметров теплоносителя в атомной энергетике и позволяют уверенно и с высокой точностью определять показатель pH, удельную электропроводимость обессоленной воды, микроконцентрации ионов натрия, хлорид-ионов и растворенного молекулярного кислорода.

Данные автоматические анализаторы также обладают рядом дополнительных функций:

- измерение температуры пробы;
- измерение расхода пробы через анализатор;
- накопление данных в энергонезависимой памяти в течение двух недель;
- обмен технологической и служебной информацией по интерфейсу RS-485.

Это позволяет существенно расширить функции системы АХК ВХР в части достоверности и полноты получаемой информации и обеспечить условия для надежной и безопасной эксплуатации оборудования пробоотбора и анализаторов в помещениях с ограниченным доступом.

Средний уровень системы АХК, предназначенный для сбора, обработки, накопления и обеспечения выдачи информации по запросам потребителей, включает резервированные контроллеры, выполненные на базе средств комплекса ПАССАТ (рис. 3), серверное и коммуникационное оборудование.

Резервированные контроллеры выполняют функции сбора и первичной обработки информации с анализаторов химических параметров ВХР, устройств



Рис. 2



Рис. 3

подготовки пробы, передачи обработанной информации на серверное оборудование и формирования сигналов технологической сигнализации БЩУ.

Архитектура средств комплекса ПАССАТ, примененных для компоновки контроллеров сбора и обработки информации, позволяет избежать отказов по общей причине, тем самым, обеспечивая высокую надежность и отказоустойчивость.

Для обеспечения надежности и отказоустойчивости также используется, предоставляемое средствами комплекса ПАССАТ, индивидуальное гальваническое разделение как каналов информационного обмена по RS-485, по которым обеспечивается прием информации о параметрах ВХР и другой диагностической информации, так и цепей ввода сигналов "сухой контакт" и цепей технологической сигнализации БЩУ.

Еще одной особенностью системы АХК является использование возможностей комплекса ПАССАТ по проектно-ориентированной компоновке модулей контроллеров. В частности, в данной системе была достигнута компоновка модулей, позволяющая разместить все необходимые каналы (как дискретные, так и информационного обмена по RS-485) на одном модуле функционально, что заметно снизило номенклатуру применяемых модулей, сократило ЗиП и эксплуатационные затраты.

В контроллерах ПАССАТ также предусмотрено ведение архива на энергонезависимой памяти — "черного ящика", — в который записываются не только параметры, принятые контроллером с анализаторов ВХР и УПП, но и диагностическая информация о состоянии аппаратных и программных компонентов контроллеров.

Другим компонентом среднего уровня является резервированное серверное и коммуникационное оборудование, построенное на унифицированных с парком оборудования ЛАЭС аппаратных средствах (рис. 4).

Резервированное серверное оборудование обеспечивает прием данных с контроллеров системы АХК после предварительной обработки, архивирование информации с приборов автоматического

химконтроля и параметров ВХР, введенных вручную с АРМ лаборатории химического цеха, выдачу информации на АРМ верхнего уровня и через шлюз в информационную сеть ЛАЭС.

Программное обеспечение серверного оборудования разработано специалистами НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" на базе ОС Linux Mandriva 2008.

Серверное оборудование также оснащено сервисной консолью, при помощи которой эксплуатирующий персонал имеет возможность контроля состояния каждого компонента системы и управления работой системы в режиме on-line (рис. 5).

Коммуникационное оборудование системы АХК обеспечивает информационное взаимодействие компонентов системы через ВОЛС и медные кабели связи по интерфейсу Ethernet. Дублированная архитектура применяемого коммутационного оборудования и электропитания обеспечивает защиту от единичного отказа, тем самым, повышая надежность и отказоустойчивость системы.

Верхний уровень системы АХК ВХР состоит из АРМ НСХЦ (основная панель химконтроля), АРМ установленных на БЩУ, в лабораториях цехов ТАИ и химического цеха (резервная панель химконтроля).

Аппаратные средства верхнего уровня также унифицированы с парком оборудования, эксплуатирующимся на ЛАЭС, и обеспечивают выполнение требований по надежности и отказоустойчивости.

Основными функциями АРМ верхнего уровня являются предоставление оперативной информации в режиме on-line и архивной информации: в виде мнемосхем (рис.6), в табличной и графической формах, удобных для восприятия и анализа, а также вывод на печать (запись на внешний носитель) отдельных параметров.



Рис. 4

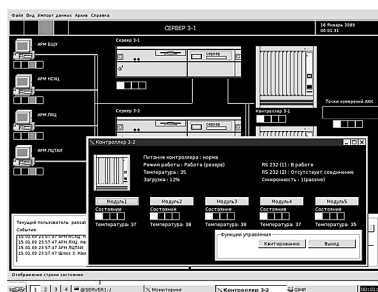


Рис. 5

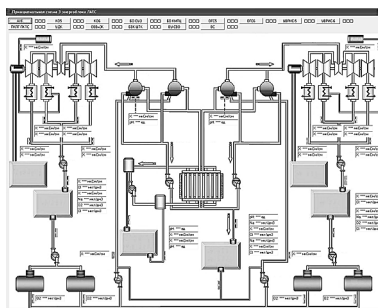


Рис. 6

Также на АРМ лаборатории химического цеха обеспечивается ручной ввод лабораторных анализов параметров ВХР энергоблока и передача их в архив серверного оборудования.

АРМ лаборатории цеха ТАИ позволяет осуществлять мониторинг состояний и исправности компонентов системы АХК ВХР.

В заключение следует отметить, что в представленной системе АХК ВХР командой разработчиков был учтен и использован не только имеющийся опыт создания и эксплуатации подобных систем, но и приложены все усилия для обеспечения безотказной и эффективной эксплуатации системы АХК ВХР как одного из звеньев, обеспечивающих безопасность эксплуатации энергоблока атомной станции в целом.

В настоящее время система АХК успешно прошла заводские приемочные испытания (ЗПИ) и поставлена на ЛАЭС. На аналогичной системе для энергоблока №2 ЛАЭС специалистами НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" заканчиваются пусконаладочные работы и подготовка к вводу системы АХК ВХР в опытно-промышленную эксплуатацию.

Список литературы

1. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А.* Комплекс программно-аппаратных средств автоматизации "ПАССАТ" — "конструктор LEGO" для разработчиков систем управления // Автоматизация в промышленности. 2004. №5.
2. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Наконечный С.В., Ханов П.В.* Система управления вспомогательным оборудованием химводоочистки Нововоронежской АЭС на основе средств комплекса "ПАССАТ" // Там же. 2005. №10.
3. *Матафонов В.П., Мякишев Д.В., Наконечный С.В., и др.* Система автоматизации регуляторов питания парогенераторов 3-го энергоблока Белоярской АЭС на основе средств комплекса ПАССАТ // Там же. 2008. №8.

Артемов Андрей Сергеевич — начальник участка ОАО "Смоленскатомэнерго",

Бабкин Дмитрий Николаевич — начальник группы,

Прохоров Николай Александрович — начальник отдела ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ",

Бусырев Валентин Леонтьевич — заместитель начальника хим. цеха,

Доронин Святослав Игоревич — ведущий специалист ОМиВЭС ЛАЭС,

Мякишев Дмитрий Владимирович — канд. техн. наук, доцент, ген. директор-главный конструктор,

Столяров Константин Алексеевич — директор по проектам,

Тархов Юрий Андреевич — технический директор ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ",

Шишкин Константин Николаевич — технический директор ООО "Техноаналит".

Контактные телефоны (8412) 44-76-37, 95-75-65.

[Http://www.comp-sys.ru](http://www.comp-sys.ru) E-mail: office@comp-sys.ru