

Розглянуто принципи побудови та структура програмно-технічного комплексу моніторингу та керування водно-хімічним режимом другого контуру енергоблоків з реакторами типу ВВЕР-1000

Ключові слова: водно-хімічний режим, ПТК, керування

Рассмотрены принципы построения и структура программно-технического комплекса мониторинга и управления водно-химическим режимом второго контура энергоблоков с реакторами типа ВВЭР-1000

Ключевые слова: водно-химический режим, ПТК, управление

Construction principles and the program technical complex structure for monitoring and control of the water chemistry mode at the secondary coolant circuit of a nuclear power plant equipped with VVER-1000 reactor

Key words: water chemistry mode, technical complex structure, control

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО-ХИМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ ВТОРОГО КОНТУРА АЭС

Р. М. Медведев

Кандидат технических наук, профессор*
Контактный тел.: (044) 454-97-83
E-mail: kxtp@xtf.ntu-kpi.kiev.ua

О. В. Сангинова

Кандидат технических наук, доцент*
Контактный тел.: (044) 454-97-83
E-mail: kxtp@xtf.ntu-kpi.kiev.ua

А. А. Евтушенко

Аспирант*
Контактный тел.: (044) 454-97-83
E-mail: evtushenko.artem@gmail.com

С. Л. Мердух*

Контактный тел.: (044) 454-97-83
E-mail: kxtp@xtf.ntu-kpi.kiev.ua

*Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
пр. Победы, 37, Киев, Украина, 03056

Введение

В настоящее время на всех АЭС Украины автоматический и лабораторный химический контроль (АХК и ЛХК) ведется в соответствии с требованиями отраслевого нормативного документа ГНД 95.1.06.02.002-04 «Водно-химический режим второго контура атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР. Технические требования к качеству рабочей среды. Коррекционная обработка гидразин-гидратом, морфолином, гидроокисью лития» [1]. Данный документ определяет минимально необходимый и рекомендуемый объем автоматического химического контроля качества рабочей среды второго контура и продувочной воды

парогенераторов. Однако соблюдение норм не останавливает полностью протекание коррозионных процессов и накопление отложений на внутренних поверхностях теплообменного оборудования, поэтому задача достижения и поддержания оптимального водно-химического режима является актуальной.

Обзор систем автоматического химического контроля и общестанционных экспертно-диагностических системы контроля ВХР

Оперативный контроль качества ведения ВХР 2 контура энергоблоков с реакторами типа ВВЭР-1000

осуществляется в режиме реального времени с использованием систем автоматического химического контроля. В течение нескольких последних лет в рамках ряда проектов TACIS существенно обновлен парк приборов (Swan, Orbisphere, УПП Sentry), внедрены системы мониторинга и диагностики параметров АХК и ЛХК, реализованы элементы экспертно-диагностических систем. Системы АХК позволили также организовать ввод и анализ результатов лабораторных измерений с синхронизацией этих данных с данными АХК, представлять данные АХК и ЛХК на мнемосхемах и графиках, формировать отчеты для различных пользователей, архивировать и хранить данные и пр. Реализованные на данном этапе системы химического контроля представляют собой системы нижнего уровня, предназначенные для сбора и обработки данных, и которые позволяют лишь своевременно выявлять и оперативно реагировать на нарушения ВХР. Несмотря на внедрение на некоторых станциях (ЮУ АЭС, ЗАЭС) элементов экспертных систем, фактически поиск вариантов ВХР оперативный персонал осуществляет, опираясь на собственный опыт, а использование упомянутых выше систем сокращает время поиска и устранения источника ухудшения ВХР.

Использование существующих диагностических систем не позволяет охватить все процессы (включая оперативные переключения, влияющие на ведение ВХР, результаты АХК и ЛХК, характер изменения химических и технологических параметров) в одном представлении, что не обеспечивает в полном объеме оперативность и своевременность предупреждающих действий с целью поддержания требуемых значений показателей качества ВХР.

К недостаткам существующих экспертно-диагностических систем, внедренных на АЭС Украины, можно отнести то, что они не учитывают влияние сбросов из второго контура на окружающую среду.

Постановка задачи

В данной работе рассмотрены концептуальные положения разработки программно-технического комплекса мониторинга и управления водно-химическим режимом второго контура (ПТК ВХР-2).

Целями создания ПТК ВХР-2 является минимизация следующих процессов:

- скорости коррозии конструкционных материалов второго контура;
- количеств отложений продуктов коррозии и труднорастворимых примесей на внутренних поверхностях оборудования второго контура;
- объемов жидких отходов, содержащих вещества, вредные для окружающей среды.

Использование ПТК ВХР-2 в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) энергоблоков позволит повысить безопасность и надежность эксплуатации АЭС с водородными реакторами типа ВВЭР-1000.

Структура ПТК

Упрощенная структура ПТК представлена на рис. 1.

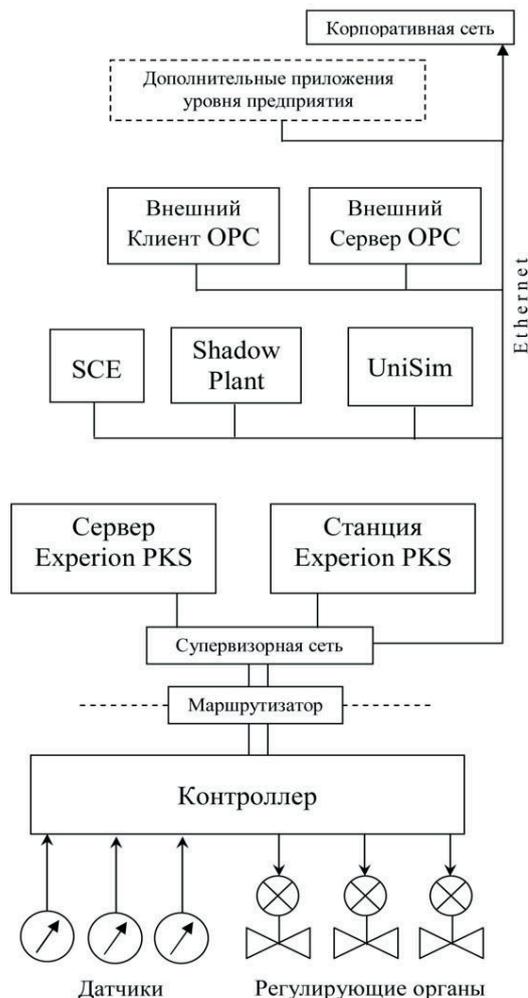


Рис. 1. Структура ПТК ВХР-2

ПТК можно разделить на несколько иерархических уровней, реализующих различные функции:

- 1) Уровень непосредственного цифрового управления. В своем составе содержит один или несколько контроллеров, соединенных через маршрутизаторы с супервизорной сетью. Контроллер снимает информацию с измерительных преобразователей датчиков и формирует управляющие воздействия на приводы регулирующих органов в соответствии с загруженной в контроллер стратегией управления.
- 2) Уровень супервизорного управления и непосредственной оптимизации технологического процесса. Включает такие основные элементы как среду формирования стратегии управления процессом, базу данных процесса (ПО Сервера Experion PKS) и одну или несколько станций оператора (Станция Experion PKS).
- 3) Уровень моделирования и анализа. Содержит программное и техническое обеспечение, позволяющее моделировать рассматриваемый технологический процесс и эмулировать контроллер (UniSim, Shadow Plant, среда имитационного управления SCE). С использованием сервера OLE for Process Control (OPC) возможности моделирования и управления процессом существенно расширяются.
- 4) Уровень дополнительных приложений, позволяющих анализировать эффективность управ-

ления, производить планирование дальнейшей работы и т.п.

Все перечисленные элементы связываются через сеть Ethernet. Обеспечивается возможность доступа к корпоративной (общестанционной) сети.

Функциональное назначение программно-технического комплекса мониторинга и управления водно-химическим режимом второго контура (ПТК ВХР-2)

ПТК ВХР-2 предназначен для непрерывной круглосуточной эксплуатации в составе реакторной установки ВВЭР-1000 в режимах нормальной эксплуатации и в режимах с нарушением нормальной эксплуатации и обеспечивает выполнение следующих задач:

1) Предоставление необходимой информации оперативному персоналу энергоблоков АЭС для оптимизации управления водно-химического режима 2-го контура.

2) Расчет скорости коррозии и оценка коррозии оборудования конденсатно-питательного и парового тракта. Оценка влияния дозирования корректирующих добавок (гидразина, морфолина) на коррозионно-эрозионные процессы.

3) Расчет и краткосрочное прогнозирование параметров, важных для ВХР: величины рН в диапазоне температур 0-300С, общей удельной электропроводности, катионной и анионной электропроводности.

4) Оптимизация дозировки корректирующих добавок путем расчета величин дозируемых корректирующих реагентов и организации их автоматического ввода.

5) Расчет параметров, которые не могут быть непосредственно измерены: расчет средних значений параметров по времени, определение средних значений рН по времени и электропроводности. Визуальное отображение рассчитанных параметров.

6) Расчет времени насыщения ионообменных фильтров СВО-5 и ФСД.

7) Анализ нормируемых параметров ВХР с целью определения динамики и источников нарушений, возникающих в основных и вспомогательных контурах; статистическая обработка данных.

8) Регистрация и хранение измеренной и расчетной информации, достаточной для однозначного установления причин возникновения нарушений нормальной эксплуатации; формирование и ведение долговременного (многолетнего) архива.

9) Передача данных в смежные информационно-вычислительные системы энергоблоков и атомной станции.

10) Контроль работоспособности ПТК ВХР-2 и диагностика собственных технических и программных средств.

Реализация перечисленных задач предусматривает выполнение информационных, управляющих, вспомогательных и сервисных функций.

Информационные функции ПТК ВХР-2: представление информации персоналу АЭС в виде мнемосхем, протоколов и графиков; печать отчетов и выходных форм; предоставление оператору сведений из технологических регламентов и нормативных документов,

схем технологических узлов и другой справочной информации.

Управляющие функции системы включают выполнение экспертно-диагностических расчетов, обеспечивающих выполнение задач 1-7, и предусматривают использование технических средств - контроллеров С200 (С300) фирмы Honeywell с целью минимизации скорости коррозии.

Вспомогательные функции ПТК ВХР-2 обеспечивают: защиту от ввода некорректных данных; сравнение данных с требованиями действующих норм, сравнение результатов автоматического и ручного контроля, диагностику технических и программных средств системы, прием и обработку диагностических данных, поддержку единого времени, программное и операторское управление работой системы; защиту программного и информационного обеспечения от несанкционированного доступа, подготовку измеренной и рассчитанной информации и обеспечение возможности доступа к ней со стороны ИВС энергоблока.

Сервисные функции ПТК ВХР-2 включают: редактирование перечней измеряемых и вычисляемых параметров; создание и редактирование выходных форм; редактирование базы условно-постоянных данных; управление настройкой архивов регистрации.

Математическое обеспечение ПТК ВХР-2 [2] реализуется в рамках экспертно-диагностической подсистемы и включает в себя три блока моделей и алгоритмов: информационные, обеспечивающие оперативный персонал необходимой информацией; логические, используемые для определения причин нарушений ВХР, и математические, предназначенные для выполнения расчетных задач ПТК (пп. 1÷7).

Математические и логические модели могут быть использованы в составе тренажеров оперативного персонала.

Реализация основных функций ПТК ВХР-2 предусматривает максимальное использование химико-технологической информации из существующих ИВС/УВС энергоблоков АЭС и систем автоматического химического контроля. Модульная структура предусматривает развитие ПТК в части расширения объема вычислительных задач, а также подключения дополнительных датчиков и приборов химического контроля.

Ниже рассмотрены возможные варианты интегрирования ПТК с САУ ТП АЭС.

Интегрирование ПТК с АСУ ТП АЭС

Архитектура ПТК предусматривает возможность интеграции с информационно-вычислительными сетями (ИВС) АЭС.

Интеграция ПТК с ИВС энергоблока позволяет получать доступ к данным процесса управления любому клиенту Сервера АХК ВХР АЭС, которому они необходимы; организовать централизованные сбор и хранение получаемой в процессе работы ПТК информации; использовать ресурсы ИВС в процессе моделирования, анализа и управления процессом. Интеграция может осуществляться через шлюз ИВС или с помощью Сервера ОРС. Схема связи ПТК с ИВС представлена на рис. 2.

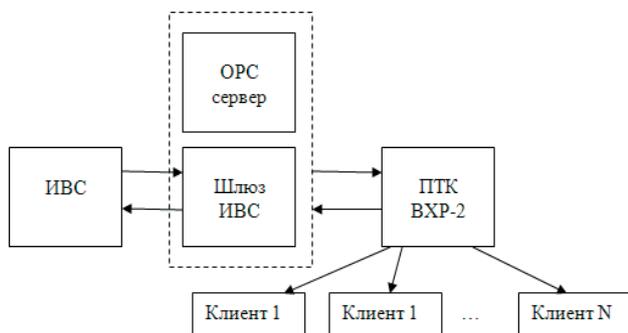


Рис. 2. Схема связи ПТК с ИВС энергоблока

В качестве клиентов ПТК ВХР-2 могут выступать операторские станции Experion PKS, рабочее место администратора Сервера Experion PKS, операторские станции UniSim и т.д.

Ожидаемые результаты внедрения ПТК ВХР-2

Повышение безопасности и надежности энергоблоков АЭС за счет обеспечения опережающего управления ВХР и предотвращения возникновения нештатных ситуаций во втором контуре, а также выполнения локального экстернального анализа - оценки влияния конкретного источника загрязнения на благополучие отдельных людей или коллективы, которое производители и потребители товаров и услуг (в данном случае, электроэнергии) не учитывают при оценке эффективности (выгодности) производства. Основанием для проведения такого анализа является Методика оценки убытков от последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, утвержденная Постановлением Кабинета министров Украины №175 от 15.02.2002 с изменениями и дополнениями в соответствии с Постановлением КМУ №862 от 04.06.2003.

Увеличение основных экономических показателей качества работы АЭС за счет увеличения количества

часов установленной мощности и оптимального расхода дозируемых реагентов.

Уменьшение времени воздействия коррозионно-активных примесей на конструкционные материалы основного технологического оборудования 2 контура.

Снижение количества и глубины нарушений ВХР за счет более раннего обнаружения отклонений от регламентного состояния процесса.

Выводы

Таким образом, ПТК ВХР-2 позволит внедрить единую систему верхнего уровня для мониторинга и управления водно-химическим режимом второго контура. Использование ПТК в составе АСУ ТП энергоблока позволит охватить все процессы ВХР в одном представлении, и обеспечить в полном объеме оперативность и своевременность предупреждающих действий оперативного персонала с целью поддержания требуемых значений показателей качества ВХР. Предлагаемый программно-технический комплекс может быть использован в составе тренажерных комплексов, а также для оценки влияния жидких отходов второго контура на окружающую среду.

Литература

1. ГНД 95.1.06.02.002-04 «Водно-химический режим второго контура атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР. Технические требования к качеству рабочей среды. Коррекционная обработка гидразин-гидратом, морфолином, гидроокисью лития»[Текст]. - ГОСАТОМ Украины. 2004 - 22 с.
2. Медведев Р.Б., Завьялов А.Д., Сангинова О.В, Программно-технический комплекс мониторинга и управления водно-химическим режимом второго контура АЭС с ВВЭР-1000[Текст]// Энергетика та електрифікація. – № 1. 2007. – с. 31-41.