

# Внедрение на Волгодонской АЭС автоматизированной системы радиационного контроля протечек парогенераторов

Как показывает опыт эксплуатации парогенераторов (ПГ) АЭС с ВВЭР, неидентифицируемые вихре-токовым контролем в периоды ППР дефекты теплообменных трубок и коллекторов ПГ могут проявиться (причем внезапно) при работе реактора на мощности, приводя к поступлению (протечке) радиоактивного теплоносителя первого контура в воду ПГ, технологические среды второго контура и окружающую среду.

Е.А.Иванов, И.В.ПыркоВ (ОАО "ВНИИАЭС", г. Москва), В.П.Поваров, С.Н.Старцев (Волгодонская АЭС, г. Волгодонск), Ю.Н.Мартынюк, С.В.Беланов, А.П.Исаков, В.И.Чернышев (НПП "Доза", г. Зеленоград)

**П**оэтому одной из важнейших задач в обеспечении безопасности АЭС является контроль протечек ПГ непосредственно в ходе эксплуатации энергоблока.

Принято считать, что до возникновения разрыва в поврежденной теплообменной трубке образуется обнаруживаемая микротечь-предшественник, при этом АЭС можно остановить до того, как дефект начнет развиваться и превысит пределы безопасной эксплуатации. Для этого на АЭС с ВВЭР применяется разработанный ВНИИАЭС метод, основанный на периодическом лабораторном контроле РК ПГ (РД ЭО-0336) на работающем блоке.

Однако, как показывает опыт эксплуатации ПГ, существует вероятность внезапного и стремительного развития дефекта в ПГ. В этом случае протечка ПГ за сравнительно короткий промежуток времени может достичь и превысить установленные для ПГ пределы.

В связи с этим актуальной зада-

чей является внедрение на АЭС с ВВЭР, в качестве дублирующего метода контроля протечек ПГ, автоматизированной системы непрерывного контроля герметичности ПГ (АСРК-ПГ). Исходя из установленных в настоящее время для ПГ АЭС с ВВЭР эксплуатационных норм, для осуществления эффективного контроля протечек ПГ данная система должна обладать техническими характеристиками, позволяющими проводить в автоматическом режиме:

- раннее обнаружение (идентификацию) негерметичных ПГ (с протечкой, начиная с 0,05 кг/ч (неопределенность не более 60 % ( $P = 0,95$ ));

- оценку протечки ПГ (начиная с 0,5 кг/ч и неопределенностью не более 30 % ( $P = 0,95$ )).

Это позволит: исключить периоды "бесконтрольной" эксплуатации парогенераторов; автоматизировать процесс идентификации негерметичных ПГ энергоблока; проводить сбор, накопление и анализ данных

о динамике протечки ПГ во времени, что крайне важно для принятия обоснованных решений по эксплуатации ПГ энергоблока.

Наиболее перспективным методом обнаружения протечек теплоносителя из первого контура во второй является метод, основанный на измерении активности  $^{16}\text{N}$  в остром паре ПГ. Преимущества и недостатки данного метода напрямую связаны с характеристиками реперного радионуклида, а именно – малым периодом полураспада ( $T_{1/2} = 7,3$  с), а также особенностями измерения активности в остром паре ПГ.

Для достижения заявленных выше технических характеристик требуется особый подход к приборной реализации, методическому и программному обеспечению АСРК-ПГ. Причем, успешное внедрение подобной системы (даже широко известных иностранных фирм) на отечественных АЭС требует дополнительных изысканий, невозможных без проведения работ по экспериментальной апробации и об-

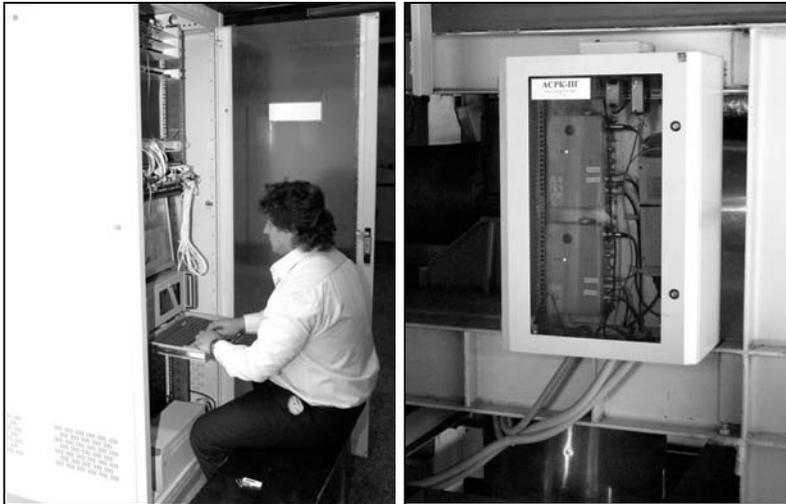


Рис. 1. Промышленный сервер и промежуточные блоки обработки и передачи данных АСРК-ПГ Волгодонской АЭС.

катке в натуральных условиях АЭС предлагаемых к внедрению элементов измерительного канала, в особенности алгоритма и методики контроля протечек ПГ.

ОАО «ВНИИАЭС» в качестве основы для построения АСРК-ПГ Волгодонской АЭС использовал радиометрическую установку УДПП-01 (изготовитель НПП «Доза»), специально разработанную для целей непрерывного измерения объемной активности  $^{16}\text{N}$  в остром паре ПГ. Для функционирования АСРК-ПГ применяется специализированное методическое и программное обеспечение (ОАО «ВНИИАЭС» и НПП «Доза»), адаптированное к конструкционным особенностям ПГ Волгодонской АЭС.

Преимущество использования радиометрической установки УДПП-01 в составе АСРК-ПГ состоит в наличии:

- метрологической аттестации в части измерения объемной активности  $^{16}\text{N}$ , что позволяет использовать УДПП-01 в измерительном режиме;
- устройства детектирования на основе сцинтилляционного кристалла CsI оптимальной геометрической формы, что позволяет его эксплуатацию в жестких темпера-

турных условиях (до  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) без применения специальных средств охлаждения;

- возможности эффективного тестирования работоспособности и оценки стабильности параметров измерительного канала с использованием имплантированного в кристалл детектора источника  $^{241}\text{Am}$ ;
- многоканального анализатора импульсов, что позволяет производить сохранение, архивирование и обработку гамма-спектров;
- интерфейса связи RS-232, RS-485, Ethernet, что дает возможность взаимодействия АСРК-ПГ со станционной АСРК и АСУ ТП.

В 2003–2005 гг. специалистами ОАО «ВНИИАЭС» и НПП «Доза» на Волгодонской АЭС были выполнены подготовительные работы по созданию АСРК протечек ПГ, а именно:

- проведена успешная апробация экспериментального образца радиометрической установки УДПП-01 в натуральных условиях Волгодонской АЭС (акт №37-12/193 от 03.12.2003г.);
- обосновано размещение блоков детектирования на паропроводах острого пара;
- разработаны требования к структуре, привязки и алгоритму

функционирования будущей АСРК протечек ПГ.

Эксплуатация радиометрической установки УДПП-01 в жестких температурных и вибрационных условиях продемонстрировала высокую надежность и стабильность ее технических параметров.

В 2006–2007 гг. ОАО «ВНИИАЭС» совместно с НПП «Доза» проводились работы по внедрению на Волгодонской АЭС автоматизированной системы радиационного контроля протечек ПГ, включающие:

- разработку согласованного пакета документов на изготовление АСРК протечек ПГ Волгодонской АЭС;
  - изготовление комплекта технических средств для монтажа АСРК-ПГ;
  - изготовление технических средств АСРК-ПГ;
  - проведение монтажа оборудования АСРК-ПГ;
  - разработку и аттестацию в системе Ростехрегулирования программного и методического обеспечения АСРК-ПГ;
  - поставку компьютерного оборудования (промышленный сервер и рабочие станции) и лицензионного программного обеспечения (ORACL) для эксплуатации АСРК-ПГ Волгодонской АЭС;
  - испытание отдельных блоков АСРК-ПГ на соответствие классу безопасности 3Н;
  - разработку программного обеспечения нижнего и верхнего уровня;
  - проведение монтажа АСРК-ПГ и апробацию АСРК-ПГ (рис.1,2);
  - внедрение АСРК протечек ПГ по  $^{16}\text{N}$  на Волгодонской АЭС в опытно-промышленную эксплуатацию (акт №37-12/86 от 22.12.2006г.).
- Начиная с декабря 2006 г., ОАО «ВНИИАЭС» и НПП «Доза» осуществляется авторский надзор за эксплуатацией АСРК-ПГ.

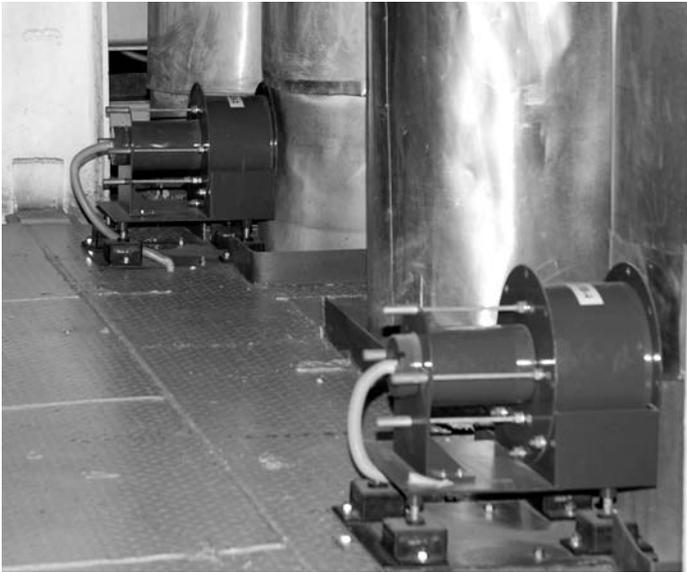


Рис.2. Расположение устройств детектирования АСРК-ПГ Волгодонской АЭС у паропроводов острого пара парогенераторов.

Таким образом, при создании АСРК-ПГ Волгодонской АЭС был реализован комплексный подход, успешность которого подтверждается опытом непрерывной безотказной работы АСРК-ПГ с момента ее внедрения в опытную эксплуатацию.

Внедрение АСРК-ПГ на Волгодонской АЭС позволит:

- повысить надежность и безопасность эксплуатации ПГ (за счет осуществления непрерывного автоматизированного контроля целостности физического барьера);
- продлить срок эксплуатации ПГ (за счет раннего выявления и всестороннего наблюдения за негерметичными ПГ);
- повысить КИУМ Волгодонской АЭС.

## Оценка радоноопасности и измерения ППР

Нельзя отождествлять оценку радоноопасности с измерением плотности потока радона. Радоноопасность относится к геологическим процессам, поэтому ее оценка должна осуществляться используемыми в геологии прогнозными методами.

П.Ратников (ООО «Техническо-Экологический Центр «НЕМЧИНОВКА»); В.Лунев (Управление Роспотребнадзора по Московской области)

**И**змерение ППР (плотности потока радона) из грунта на участках для строительства с последующей оценкой радоноопасности сегодня широко проводится сотнями ЛРК и ведомственными ИЛЦ, в некоторых из которых, как ни прискорбно, руководствуются только инструкцией по эксплуатации средств измерения и выводом  $ППР_{ср} < (>) 80 \text{ мБк}/(\text{м}^2\text{с})$ . Необходимость измерения ППР аргументируется службой госнадзора со ссылкой на установленный ГН (гигиенический норматив) и предписана рядом нормативных документов в строительстве [1,2]. Однако через 10 лет после внедрения

при землеотводах природных измерений ППР появляется все больше авторитетных выступлений о необходимости пересмотра сложившейся практики [3-6].

Суть поднимаемых вопросов сводится к двум основным аспектам. Первый аспект – какова достоверность результатов измерения ППР на поверхности земли, и имеет ли смысл проводить такие натурные измерения на предпроектной стадии. Второй аспект – где и когда измерять ППР.

Для понимания того, что следует делать, необходимо проанализировать требования нормативных документов и существующую практику.

Во-первых, в [7] п.5.3.2. заложено

требование проектного расчета радонового режима здания, что сегодня отсутствует, но предлагается специалистами НИИСФ РААСН и МГИ-ЭМ [8]. Такие расчеты особо актуальны с внедрением теплосберегающих и шумозащитных технологий в гражданском строительстве и при строительстве малоэтажного, в том числе элитного жилья.

Во-вторых, в [7] отсутствует нормирование ППР, а значит, и гигиенический норматив по ППР. Однако в [9], п.5.2.3 указывается, что под строительства жилых зданий предпочтительны участки с ППР не более  $80 \text{ мБк}/(\text{м}^2\text{с})$ . Указанная в данном контексте величина может рассматриваться как УВ (уровень вме-