

ДИАГНОСТИКА В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Модераторы:

Васильев С.И., эксперт Росатома,

Вопилкин А.Х., д.т.н., НППЦ "ЭХО+", |

[a1]В обсуждении на круглом столе приняли участие с сообщениями 7 докладчиков.

В центре внимания стояли вопросы, долгосрочной безопасной эксплуатации, стойкости и уязвимости объектов атомной промышленности и АЭС, а также технологиям эффективной защиты этих объектов в современных условиях.

Общий обзор по теме сделал Васильев С.И., эксперт Росатома. В Росэнергоатоме и его филиалах, а это все АЭС России, действует единая система корпоративного управления. Появилось деление по видам работ, удалось сконцентрировать людские и материальные ресурсы в каждом из дивизионов, увеличить объем выполняемой ими работы. Все эти действия направлены на обеспечение безопасной эксплуатации АЭС в течение всего периода, а это уже 60 лет.

Все эти решения привели к тому, что кардинально изменилось положение российского ядерного топлива на мировом рынке. Уже в 2010 году Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» полностью вытеснила Westinghouse с европейского рынка ядерного топлива для реакторов российского дизайна.

Промышленность и топливно-энергетический комплекс Российской Федерации сегодня проходят испытание комбинацией негативных воздействий - политических, экономических, социальных, информационных, физических. Есть пример сугубо положительной, результативной работы в сфере контроля, диагностики и безопасной эксплуатации сложнейших объектов. Это область, где успехи в направлении создания новых средств и методов НК и ТД очевидны и не могут не радовать. Именно в атомной отрасли, где вопросам безопасности уделяется особое внимание, НК и ТД приобрели статус приоритетного направления развития.

В последние полтора-два десятилетия российская ядерная генерация развивалась параллельно в нескольких направлениях:

-интеграция в рыночную среду ,вхождение в создаваемый рынок электроэнергии и мощности , участие в его развитии ;

-ядерное строительство: достройка или сооружение с" нуля" новых ядерных энергоблоков;

-поддержание и развитие действующей генерации, включая повышение эффективности эксплуатации АЭС;

-модернизация и рост мощности находящихся в эксплуатации блоков, продление ресурса и срока службы.

Сегодня "Росэнергоатом" контролирует 17 % оптового и несколько процентов розничного рынка электроэнергии. В оптовом рынке главная задача гарантировать поставку энергоресурсов потребителю на долгосрочной основе , а это возможно при надежной работе оборудования при своевременном контроле и диагностировании.

В 2000-х годах введено два блока ВВЭР-1000 (№1 Ростовской и №4 Калининской АЭС), а в 2010-х - уже три (№№2.3 Ростовской и №4 Калининской АЭС). В настоящее время строится энергоблок №4 на Ростовской АЭС, четыре блока с реакторами нового поколения ВВЭР-1200 - на Нововоронежской АЭС-2 и Ленинградской АЭС-2, а также плавучая атомная электростанция с двумя реакторами малой мощности КЛТ-40. Готовится к выводу на проектную мощность энергоблок с реактором на быстрых нейтронах БН-800 на Белоярской АЭС.

Помимо нового строительства в атомной отрасли работают над повышением эффективности действующих АЭС. К важнейшим аспектам этого направления относятся продление ресурса и лицензионных сроков эксплуатации АЭС, а также увеличение выработки электроэнергии.

Ведущим фактором наращивания выработки считается повышение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ), что достигается переходом на 18-месячный топливный цикл на реакторах ВВЭР, удлинение межремонтных интервалов и сокращение сроков самих ремонтов, повышение КПД в результате модернизации после детального технического диагностирования технологического оборудования и выдаче научно-обоснованных рекомендаций.

Программа повышения мощности энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 и ВВЭР-440 до 107% реализуется на 10-блоках ВВЭР-1000 (на Балаковской, Калининской и Ростовской АЭС) и 2-х блоках с ВВЭР-440 (№№3.4 Кольской АЭС).

Для повышения мощности упомянутых энергоблоков производились: модернизация системы управления и защиты (СУЗ); контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА); систем внутриреакторного контроля (СВРК); модернизация оборудования второго контура, включая системы контроля генератора, цилиндры высокого давления и автоматику регулирования турбины.

(Доклад Васильев С.И., эксперт Росатома, Кузелев Н.Р., д.т.н., проф., «Система сопровождения и оптимизации управления жизненным циклом энергоблока от проектирования до вывода из эксплуатации»).

Есть сугубо положительный пример развития НК для атомной отрасли среди предприятий, входящих в Ассоциацию «Спектр». НПЦ "ЭХО+" имеет опыт 20 лет работы для Росэнергоатома по развитию УЗ контроля для обеспечения безопасной работы, долгосрочного прогноза, увеличения срока службы АЭС проводится большой комплекс технических измерений и исследований для обоснования более длительных сроков дополнительной эксплуатации, на основе контроля физико-механических свойств на АЭС

Активно разрабатываются и внедряются различные приборы и системы для диагностики оборудования и трубопроводов реакторных установок. Кроме того, разрабатываются и методики проведения неразрушающего контроля целостности металла, оценки результатов контроля и выработки рекомендаций по устранению выявленных дефектов

(Доклад Вopilкин А.Х., д.т.н., НПЦ "ЭХО+", «Развитие УЗ контроля для прогноза работоспособности»).

Инновации и новые методики НК и ТД для задач атомной отрасли стали вторым направлением обсуждений на круглом столе.

Научные достижения в изучении различных состояний твёрдого тела, динамики движения жидкостей и газов, плазменной формы материи, физико-химических свойств веществ, энергетических преобразований, нестационарных полей, колебаний и излучений позволяют не только находить новые принципы действия приборов, но и повышать точность, надёжность и экономичность важнейших изделий приборостроения, систематически обновлять их номенклатуру.

На круглом столе вновь поднимался вопрос использования КТ для контроля, в частности параметрической томографии для целей неразрушающего контроля.

Методы радиографического контроля используются для обнаружения дефектов и аномалий в различных изделиях, например, для контроля качества сварки тепловыделяющих элементов ядерного реактора или для контроля теплоизоляции стенок твердотопливного двигателя (бустера).

В докладе рассматривается метод параметрической томографии, который позволяет решить задачу неразрушающего контроля на основе одной или двух, трех проекций, прибегая к минимаксной проверке статистических гипотез о наличии аномалий, когда мешающие параметры, определяющие физические свойства изделия, неизвестны.

(Никифоров И., Université de Technologie de Troyes, FRANCE, Метод параметрической томографии для целей неразрушающего контроля).

Молодые ученые НИЯУ МИФИ сделали сообщения по новым методикам ТД, специфичным для АЭС.

Диагностика работоспособности нейтронных ИК атомных реакторов актуальна для реакторов всех типов. Нейтронные ионизационные камеры предназначены для контроля потоков нейтронов в составе системы управления и защиты ядерного реактора при необходимости измерения высотного распределения плотности потока нейтронов вдоль активной зоны реактора.



Рис 1 Внешний вид мобильного комплекса АККП

Мобильный автоматизированный комплекс АККП контроля характеристик ПИК обеспечивает:

- коммутацию цепей и измерение электрических межэлектронных емкостей и емкостей подводящих кабелей ПИК;
- коммутацию цепей с подачей напряжений постоянного тока до ± 500 В и измерение токов подводящих кабелей ПИК с последующим вычислением сопротивления изоляции;
- измерение среднего тока ПИК;
- измерение скорости счета импульсов ПИК деления;
- определение заряда в импульсе тока ПИК деления и набор спектра (распределения) импульсов по зарядам;
- регистрацию формы импульсов тока ПИК деления;
- воспроизведение и измерение напряжений питания ПИК для определения вольтамперных и вольтсчетных характеристик;
- воспроизведение и измерение напряжения порога дискриминации ПИК деления для определения дискриминационных характеристик;
- представление, регистрацию, обработку полученной информации с генерацией отчетов, создание архивов проверок.

Метрологические характеристики АККП полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к аппаратуре для проверки характеристик ПИК.

(Мартазов Е., НИЯУ МИФИ, Диагностика работоспособности нейтронных ИК атомных реакторов).

Во втором сообщении НИЯУ МИФИ было подчеркнуто, что промышленные объекты атомной отрасли и экспериментальные установки для изучения физики частиц относятся к объектам повышенной опасности и специального контроля. Решение большого количества задач неразрушающего контроля (НК) механических конструкций данных объектов может быть выполнено на основе оценивания относительных координат (микродвижений, вибраций) и скоростей элементов конструкций (например, трубопроводов, кожухов турбин и т.д.) в виде функций времени.

Произвести оценивание указанных функций предложено при помощи доплеровских систем, работающих в акустическом, радио и оптическом диапазонах. Данные системы обладают простой конструкцией и обеспечивают бесконтактные измерения хрупких и малых объектов, доступ к которым ограничен, в опасных для человека условиях.

(ГЕТМАНОВ В.Г., ФИРСОВ А.А., НИЯУ МИФИ, Применение доплеровских систем акустического, радио и оптического диапазонов для неразрушающего контроля конструкций атомной отрасли).

Для диагностики во многих отраслях предложено новое поколение систем мониторинга и диагностики роторного оборудования ООО «Ассоциация ВАСТ».

Все типы систем адаптированы под современные тенденции в проектировании, производстве и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования с узлами вращения.

Отмечено, что важной особенностью развития многоканальных виброанализаторов является установка границы между их возможностями с учетом естественного усложнения процессов их развертывания на реальных агрегатах и возможностями многоканальных мобильных систем, способных проводить в режимах онлайн и оффлайн длительные измерения вибрации, тока, а, при необходимости и других процессов.



Рис. 2. Переносная система вибродиагностики на базе сборщика данных (виброанализатора) СД-21

(А.В. Барков, Д.Л. Жуковский, Ассоциация ВАСТ, Санкт-Петербург, «Новое поколение систем мониторинга и диагностики роторного оборудования, разработанных предприятиями Ассоциации ВАСТ»)

РЕКОМЕНДАЦИИ КРУГЛОГО СТОЛА.

1. Решение проблем безопасности следует искать в усилении механизмов защиты объектов и установок, способности предвидеть опасности, выживать, адаптироваться, поддерживать и восстанавливать свое функционирование вне зависимости от интенсивности одиночного или комбинированного опасного воздействия и его длительности. Необходима организация новых научных исследований и создание современных средств НК, а также их производство в сложившихся условиях.

2. Российская атомная отрасль развивается в русле мировых тенденций; по отдельным направлениям она находится в авангарде мировых трендов. Направления развития действующей российской ядерной генерации (повышение мощности, увеличение выработки и КИУМ, существенное продление сроков эксплуатации ядерных блоков) не противоречат требованиям ядерной безопасности и являются распространенной мировой практикой. Внедрение отраслевой системы диагностики и осуществление эксплуатационного мониторинга ресурса оборудования АЭС являются гарантом безопасности и надежности.

3. Было отмечено, что сейчас внимательно изучаются различные аспекты диагностики и прогноза чрезвычайных ситуаций, на основе которых формулируются оптимальные требования к системам и средствам контроля, определяются экономически и технически целесообразные пути их реализации, при минимизации номенклатуры изделий приборостроения.

Отчет предоставил:

Кузлев Николай Ревокатович, д-р техн. наук, проф., заместитель директора НИИИИИ МНПО «Спектр»