

Круглый стол «Техническая диагностика в атомной энергетике»

Модераторы:

Вопилкин А.Х. вице-президент РОНКТД, д.т.н, профессор генеральный директор ООО "ЭХО +"

Гетман А.Ф. д.т.н., профессор, заведующий отделом технической диагностики АО «ВНИИАЭС»

Работу круглого стола открыл Гетман А.Ф. В своем вступительном слове он отметил, что методы неразрушающего контроля и технической диагностики (НК и ТД) направлены на обеспечение надежности оборудования, трубопроводов и конструкций АЭС, точнее – на обеспечение прочностной надежности этих элементов. Однако опыт показывает, что эффективность НК и ТД существенно возрастает, если они применяются совместно с прочностным анализом диагностируемого объекта, а точнее анализа прочностной надежности.

Гетман А.Ф. подчеркнул, что анализ прочностной надежности необходимо делать с использованием методов и технологий, разработанных в рамках Системной Концепции Прочности (СКП). СКП основана на методологии системного подхода к проблеме обеспечения прочности и позволяет не только повысить эффективность НК и ТД, но и оценить более адекватно состояние конструкции и в конечном итоге разработать мероприятия, позволяющие повысить её уровень надежности и ресурсоспособности до необходимого уровня. Эффективность такого подхода многократно подтверждена при решении отдельных задач эксплуатации АЭС, в том числе проверена длительными сроками эксплуатации. В настоящее время необходимо широкомасштабное внедрение СКП, в которой логично встроены методы НК и ТД, не только в атомной энергетике, но и в других отраслях техники, поскольку эти разработки имеют общетехническое значение.

В докладе Козина Ю.Н. «Стандартизация в области неразрушающего контроля и диагностики в атомной энергетике» (ФГУП ВНИИ АЭС) указано, что одним из основных требований в атомной отрасли является обеспечение безопасности объектов. По этой причине неразрушающий контроль и техническая диагностика (НК и ТД) оборудования и трубопроводов АЭС занимает особое место на всех этапах жизненного цикла атомных объектов.

Процесс НК обеспечивается подбором достаточных и эффективных средств контроля, соблюдением методики контроля и компетентностью аттестованного персонала. Функционирование этой системы обеспечивается стандартами различных уровней, регламентами, инструкциями, технологией, технологическими картами и т.д. Среди этих документов следует отметить вновь разработанные:

- Требования и порядок подтверждения компетентности ГОСТ Р 50.05.11-2018;
- Неразрушающий контроль. Метрологическое обеспечение ГОСТ Р 50.05.16-2018;
- Аттестационные испытания систем неразрушающего контроля ГОСТ 50.04.07-2018.

Особое место занимает документ по метрологическому обеспечению НК, в котором впервые методики НК подразделяются на пять классов:

- а) методики визуального контроля;
- б) методики качественного сравнительного контроля;
- в) методики прямых измерений;
- г) методики измерений характеристик свойств;
- д) методики измерений при измерительном контроле.

Это позволяет обеспечить адекватный подход и сформулировать реальные требования, включая метрологические, к методам и средствам НК и ТД.

Бадалян В.Г. (НПЦ “ЭХО+”) «ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОМЕТРИИ И АНАЛИЗ РИСКА» представил в своем докладе информацию о нормативных документах и средствах ультразвуковой дефектометрии, обеспечивающих выполнение расчета рисков аварии объектов атомной энергетики. Это: Федеральный закон от 21.07.1997 3116-ФЗ (ред.02.07.2013), Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии (НП-084-15), Проект ГОСТ Р «Контроль эксплуатационный, неразрушающий металла оборудования и трубопроводов атомных станций. Методика обоснования, назначения объемов и периодичности с учетом показателей риска».

Для оценки риска аварии требуется иметь:

- Распределение вероятности появления дефекта определенного типа в объекте контроля.
- Распределение дефектов различного типа и размеров в конструкции.
- Распределение вероятности обнаружения дефектов по размерам – кривая POD(a).
- Динамику изменения параметров дефектов в процессе эксплуатации.

Обеспечение сформулированных требований возможно только при использовании аппаратуры УЗ дефектометрии (моделей Авгур), позволяющей выявлять дефекты с высокой достоверностью и измерять параметры дефектов с определением погрешностей измерений. Приведены примеры использования экспертной аппаратуры Авгур, позволяющей оценить распределения дефектов по типу и их локализации в сварных соединениях (СС) Ду1200, как по длине, так и по высоте, вероятность обнаружения продольно-ориентированных несплошностей в СС. Были выполнены расчеты вероятностей обнаружения дефектов (POD-диаграммы). При расчетах использовались результаты измерений 26 реальных образцов, в которых обнаружено 56 трещин, 5 несплавлений.

Параллельно выполнялись расчеты POD-диаграмм с использованием программ ПС CIVA. Была построена кривая POD, рассчитанная при учете изменения только азимутального угла в пределах $\pm 3^\circ$ с указанием нижней границы 95% доверительной вероятности для POD. Полученные результаты измерений вероятности обнаружения дефекта и расчеты графика POD показали возможность получения расчетных и экспериментальных данных позволяющих оценить достоверность контроля.

Проведенные исследования позволили сформулировать нормативные требования к размерам выявляемых дефектов в сварных соединениях ряда объектов атомной энергетики при эксплуатационном контроле, введенных в Нормы эксплуатационного контроля сварных соединений (НП-084-15) для таких объектов, как Ду800 РУ РБМК, нормы допустимых несплошностей в узле приварки теплоносителя к патрубкам Ду1200 парогенераторов РУ ВВЭР-1000, .

В заключение автор сформулировал положения, основанные на опыте исследований и инженерных проработках фирмы НПЦ “ЭХО+”:

- Более широкое использование в неразрушающем контроле ультразвуковой дефектометрии обязательно при оценке риска в условиях эксплуатации объекта.
- При разработке и аттестации методик УЗК необходимо определять кривые вероятности обнаружения дефектов (кривые POD).
- Целесообразно иметь аттестационный центр, в котором будут аттестоваться методики и приборы, или, как минимум, необходимо создать банк данных образцов с реалистичными дефектами.
- Необходимо расширять применение методик и приборов, использующих методы SAFT и ФАР для измерения параметров дефектов.

Шевалдыкин В.Г. (АКС) в докладе «ОЦЕНКА ВЕРТИКАЛЬНОГО РАЗМЕРА ТРЕЩИНЫ ПО ЕЁ ОБРАЗУ НА ТОМОГРАММЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА» предлагает оценивать вертикальный размер трещины по ее образу на томограмме ультразвукового дефектоскопа. При этом возможно оценивать следующие информативные параметры индикации: форму образа дефекта, геометрический размер образа в мм и «амплитуду образа» по яркости изображения (по изменению цвета образа).

Предложена схема оценки визуализируемого сечения дефекта по длине фокальной зоны линейной антенной решетки (АР) и фронтальный размер дефекта по уровню – 6 дБ фокальной зоны эхосигналов. Предложенная методика оценки размеров дефектов проверяется на эталонном дефекте в виде сферодонного отверстия $\varnothing 2$ мм.
ер образа модели трещины

Докладчик делает выводы: от соотношения размеров фокальной зоны b_f и дефекта d зависят все информативные параметры образа дефекта (ОД). Если размер образа дефекта $ОД \approx b_f$, то дефект объёмный. В этом случае его оценка проводится с использованием АРД-диаграмм. Если $ОД > 1,1 \cdot b_f$, то дефект объёмно-плоскостной. Его размер определяется по заранее полученной номограмме. Если $ОД > 1,5 \cdot b_f$, то дефект плоскостной, а его размер $d \approx ОД$.

В докладе Панкина А.М. «СОЗДАНИЕ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ» (ФГУП «Научно-исследовательский институт им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор, Ленинградская обл.) обосновывается необходимость технического диагностирования на всех этапах жизненного цикла энергетических объектов. При проектировании объектов обычно ставится задача обеспечения их надежности в течение всего срока эксплуатации. Необходимость создания методологии контроля технического состояния вызвана принятием стратегии ОАО «Концерн Росэнергоатом» о переходе с «технического обслуживания и ремонта по регламенту» на «ТО и Р по техническому состоянию». Автором разработана методология диагностирования объектов, представляющая определенную последовательность действий при создании алгоритмов и программного обеспечения ТД.

Важным является определение функции безопасности и диагностических признаков. Функции безопасности – требование к объекту не только по выполнению рабочих функций, но и по сохранению параметров (структуры, процесса) в определенных диапазонах. Примерами функций безопасности являются:

- Наличие дефектов в объекте диагностирования;
- Наличие шума или уровня вибраций на работающей установке;
- Нарастание нейтронной мощности в зоне реактора с недопустимой скоростью.

В заключении автор делает вывод, что для успешного создания современной системы диагностирования необходим совместный труд трех групп специалистов: конструкторов данного вида оборудования, специалистов по технической диагностике и эксплуатационного персонала, имеющего опыт работы с подобным оборудованием.

Отчет предоставил

Иванов Валерий Иванович

Член правления РОНКТД, д.т.н., профессор, ЗАО "НИИИН МНПО Спектр"