

Круглый стол «Техническая диагностика на опасных производственных объектах»

Модераторы:

**Член-корреспондент РАН, Институт Машиноведения РАН Махутов Н.А.,
Васильев А.Г.**

Круглый стол «Техническая диагностика на опасных производственных объектах» был посвящен использованию риск-ориентированных подходов при оценке риска аварии. В данной задаче информация, получаемая в результате выполнения неразрушающего контроля и технической диагностики объектов, должна иметь количественный характер и тогда получаем возможность количественной оценки риска аварии. Эти возможности представлены в последующих докладах на круглом столе.

В докладе Москвичева В.В. «МОНИТОРИНГ СОЦИАЛЬНО-ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ (С-П-Т) СИСТЕМ И ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОСФЕРЫ (ИВТ СО РАН, г.Красноярск) описана система С-П-Т включающая элементы техносферы, экосферы и социосферы. Цель проекта С-П-Т системы – разработка концепции и основных компонентов информационной системы территориального управления рисками и безопасностью промышленного региона, обеспечивающих информационную поддержку принятия решений по реализации мероприятий, направленных на снижение рисков устойчивого развития.

Проект С-П-Т предусматривает: 1. Разработку моделей и технологий оценки состояния, прогнозирования и управления территориями с использованием данных мониторинга. 2. Разработку концепции и основных компонентов информационной системы территориального управления рисками и безопасностью промышленного региона. 3. Создание единого комплекса мониторинга С-П-Т систем. 4. Определение базовых и нормативных уровней рисков, характеризующих допустимое воздействие на элементы С-П-Т. 5. Ранжирование территорий по степени риска; формирование программ и разработка рекомендаций, нацеленных на снижение уровня рисков и повышение эффективности управления территориями

При реализации проекта разработано более 20 документов по нормативному обеспечению С-П-Т систем, включая ФЗ, Постановления Правительства РФ, ГОСТы. Большое внимание уделено вопросам риск-анализа, диагностики и оценки остаточного ресурса сложных технических систем, приведены схемы взаимосвязей при оперативной диагностике технического состояния ответственных объектов. Приведены расчетные модели оценки прочности, ресурса и безопасности. разработаны блок-схемы расчетов по критериям механики разрушения, оценки надежности и риска, включая такой стратегически важный объект, как ВВЭР-1000, а также ферменных конструкций космических аппаратов («Галс», «Экспресс», «Sesat»). Проведена оценка технического состояния рабочих колес гидротурбин Красноярской ГЭС и разработана Методика расчета остаточного ресурса рабочих колес гидротурбин.

Доклад Мусатова В.В. «Внедрение анализа механизмов повреждений в практику технического диагностирования» («ГИАП-ДИСТцентр») основан на анализе более 10000 заключений экспертизы промышленной безопасности сосудов, работающих под давлением. Анализ показал, что применены следующие методы ТД: Изучение документации. Показано, что при этом отсутствовали в большинстве случаев (более 99%) замечания и рекомендации, данный этап проводится формально. Информация о проведении визуально-измерительного контроля в отчетных документах отсутствует (>50% случаев), либо несет фиктивный характер. При УЗ-толщинометрии более 25 % замеров фиктивные. Выборочный контроль сварных швов показывает, что выявляемость

дефектов менее 1%, >50 %. Сведения в отчетных документах о несоответствии значений твердости требованиям НТД практически отсутствуют. Остаточный ресурс в 100% случаев определяется по скорости общей коррозии. При этом, металлографические исследования проводят в менее, чем 0,1 % случаев. АЭ-контроль проводится менее, чем в 1 % (в основном при пневмоиспытаниях). Из доклада следует, что требуется повышение культуры проведения ТД, создание нового поколения системы методических документов.

В зарубежной практике учет механизмов повреждений при ТД производят с использованием следующие методических документов: NACE, API 571 (Описание механизмов коррозии); API 570 (Инспекция трубопроводов); API 510 (Инспекция сосудов высокого давления); API 579, 571 (Оценка и предотвращение механизмов повреждения); API 653 (Правила проведения ремонта). И все эти методики используются совместно с документом API 580, 581 (Инспекция на основе анализа рисков). По результатам выполненного анализа автор считает, что внедрение системного анализа механизмов повреждений в практику технического диагностирования является весьма задачей. Данная задача может быть реализована только на основе разработки отечественной системы нормативных документов в области технического диагностирования с учетом лучших зарубежных практик.

Аллогулова К.О. в своем докладе «Теория и практика внедрения RBI на нефтеперерабатывающих предприятиях РФ» (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр») привела сравнение систем инспекции (диагностирования) согласно стандарту американского нефтяного института API 580 и отечественной НТД. Достоинства API 580 связаны с тем, что в нем реализуется индивидуальный подход к каждому техническому устройству (ТУ), объемы, методы и периодичность инспекции назначаются в соответствии с фактическим состоянием и последствиями отказа, возможность безопасной эксплуатации ТУ выражена количественной оценкой. В документе оценивается вероятность отказа и его последствия, производится оценка и ранжирование риска аварии, выполняются мероприятия по снижению риска отказа, после чего проводят переоценку риска с учетом инспекции (ТД).

Выполнен подробный анализ основных положений методологии RBI и отмечены положительные моменты и недостатки, которые необходимо учитывать при использовании документов API в отечественной промышленности. К положительным характеристикам RBI при оценке риска аварии можно отнести предложения учета качества менеджмента организации и факторов повреждений объекта, который можно получить только при выполнении технического диагностирования. Данный учет выполняется введением соответствующих поправочных коэффициентов в формулу расчета риска.

В API RBI используются следующие методики управления рисками: матрица рисков, графики рисков для последствий, выраженных в денежных единицах потерь. Представлены графики достижения предельных значений риска, которые используются при планировании проведения ТД. Приведена таблица уровней эффективности инспекций, которая содержит 5 уровней от высокой эффективности (почти всегда определяются дефекты оборудования с достоверностью 80-100%) до неэффективного уровня (достоверность менее 20%). Автор приходит к следующим выводам относительно системы API RBI:

- Система RBI – это сложный комплекс взаимно увязанных документов.
- Это многофакторная система, которая требует учета и сбора большого количества данных для анализа, имеет сложное программное обеспечение и требует привлечения специалистов разных профилей.
- Но внедрение методологии посредством программного обеспечения в чистом виде не дает ожидаемых результатов от подхода RBI. Осуществление перехода на риск - ориентированный подход при техническом диагностировании возможен только на основе разработки собственной нормативно-технической базы.

В докладе Тихонова Д.С. «УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ НА ОСОБО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ» (ООО НПЦ “ЭХО+”) представлены достижения в развитии УЗ техники, которые позволяют констатировать переход от дефектоскопии к дефектометрии.

При этом важную роль играют голографические методики с использованием специфических методов визуализации дефектов. Среди них - когерентные методы получения изображений при использовании сканирования традиционных одноэлементных преобразователей, а также методы получения изображений, использующие совмещение электронного и механического видов пространственного сканирования фазированных антенных решёток.

Использование преобразователей с антенными решётками позволяет повысить качество и достоверности изображения дефекта. Рассмотрены различные методы цифровой фокусировки антенных решёток (ЦФА) и их возможности для решения задач контроля. Точное двухкоординатное сканирование антенных решёток по поверхности объекта обеспечивает реализацию алгоритма трехмерной фокусировки антенных решёток - метода 3D-ЦФА. Также рассматриваются различные реализации методов ЦФА для многосхемных режимов регистрации данных (мульти-ЦФА), дающие совершенно новые качества изображениям дефектов. Эти методы в настоящее время реализованы в системе с антенными решётками АВГУР-АРТ ("ЭХО+") и находят своё применение для контроля объектов большой толщины.

Для реализации методов визуализации и измерения параметров дефектов на фирме "ЭХО+" были созданы средства (системы АВГУР различных модификаций, сканеры для контроля большого количества объектов различной конфигурации) и методы дефектометрии, реализующие:

- Метод 2D-ЦФА, позволяющий контролировать сварные соединения (СС) толщиной 68-200 мм для контроля обечаек парогенераторов ПГВ-1000, узла приварки коллектора первого контура к патрубку парогенератора реакторной установки ВВЭР-1000, переходного кольца и патрубка Ду1100 парогенераторов энергоблоков с реакторной установкой ВВЭР-440, роторов турбин.

- Метод ПСП-Х для определения размеров дефектов в СС толщиной 9-72 мм. Ду300, Ду800, Ду1200.

- другие методы, включающие ФАР, ЦФА, 3D-ЦФА.

Описанные разработки позволило реально перейти от УЗ дефектоскопии к дефектометрии и оценке остаточного ресурса различных объектов атомной энергетики; создать эксплуатационные нормы контроля, опирающихся на данные о размерах дефектов; осуществить мониторинг за сварными соединениями с несплошностями.

В докладе Скуридина Н.Н. и Могильнера Л.Ю. (ООО «НИИ Транснефть») актуальность диагностирования объектов обосновывается тем, что фактический срок эксплуатации трубопроводов превышает 20 лет для 63% магистральных трубопроводов, а для магистральных нефтепродуктопроводов - 81%. Более 60 % пожаро- взрывоопасных объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов находятся в эксплуатации под воздействием агрессивных сред более 20 лет. При этом многие разноплановые взрыво- и пожароопасные объекты сконцентрированы на ограниченных площадках.

В докладе приведен мировой опыт в виде статистики аварий на резервуарах для хранения нефти, нефтепродуктов. Показано, что ежегодно в мире возникают пожары на 15 – 20 резервуарах, из них 5 и более – в результате удара молнии. Среди аварий на резервуарах, происходящих под воздействием окружающей среды, более 60% происходят от ударов молнии. На территории Северной Америки 16 из 20 аварий на резервуарах для хранения нефтепродуктов произошли в результате удара молнии. Опыт ПАО «Транснефть» показывает, что за период 2010 – 2016 на резервуарах ПАО «Транснефть» пожары и аварии, связанные с воздействием молний, не возникали.

В организации и в отрасли трубопроводного транспорта реализуется комплексный подход к техническому диагностированию. В качестве примера приведена система молниезащиты и заземления (СМЗ). Целью диагностирования указанной системы является повышение эксплуатационной надежности объектов путем выявления и устранения несоответствий СМЗ требованиям НТД и проектов. Приведен состав работ по

диагностированию систем молниезащиты и заземления. Результатом этих работ являются карты зон защиты и рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации СМЗ и объекта в целом.

«Возможности оценок параметров поверхностных трещин электромагнитными методами» рассмотрены докладе Шкатова П.Н. (Московский Технологический Университет). Показано, что при вихретоковом измерении на практике широко применяется подход, основанный на получении градуировочной характеристики по образцам с искусственными дефектами в виде прорезей заданной глубины h на всю ширину образца. В таком подходе не учитываются длина L трещины, отклонение угла α наклона ее плоскости от нормали и другие факторы. Это может приводить к погрешности измерений до 100%. В настоящее время все чаще для оценки параметров трещин применяется способ интерпретации, основанный на решении обратных задач с применением компьютерного моделирования. В этом случае могут быть определены несколько параметров трещины, например, h , L и α . При этом требуется дополнительная информация, получаемая на различных частотах или при различных положениях вихретокового преобразователя относительно трещины. В этом случае глубина трещин в диапазоне от 0,1 мм до 5 мм может быть определена с погрешностью 10-20%.

При электропотенциальных измерениях на практике также часто применяется интерпретация измеренных сигналов с применением градуировочных характеристик, полученных с помощью вышеописанных образцов. Здесь имеет место аналогичная ситуация. Однако здесь интерпретация результатов измерения на основе решения обратных задач успешно реализована на практике, начиная с 1998 г. в приборе «ЗОНД ИГТ-98». В результате дальнейших разработок в данном приборе реализована возможность учета, кроме длины трещины и толщины дефектного участка, еще и влияния кривизны поверхности, угла ее наклона и соседней трещины. Прибор работает на постоянном токе и не чувствителен к магнитной проницаемости контролируемого материала. Это позволило при вариации в широких пределах всех перечисленных влияющих факторов обеспечить погрешность измерения глубины трещин не более 15%.

Отчет предоставил

Иванов Валерий Иванович

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