

Цели и задачи технического диагностирования трубопроводной арматуры

Н.П. Тютюнник, начальник управления надежности и диагностики ЗАО «КЦКБА»

В настоящее время много говорят и пишут о диагностике трубопроводной арматуры. Тема не новая, но актуальная. Эта статья – попытка разобраться в причинах такого интереса к теме диагностики и определиться в целях и задачах предприятий, участвующих в создании систем технического диагностирования трубопроводной арматуры, потребителей результатов диагностирования. А затем, исходя из результатов такого анализа, сформулировать наши задачи как разработчика и производителя ТПА с точки зрения создания арматуры, приспособленной к техническому диагностированию, а также создания систем и методов диагностирования арматуры.

В первую очередь о терминологии. В данной статье речь идет о техническом диагностировании как о комплексной задаче, включающей в себя определение вида технического состояния объекта, поиск места и определение причин отказа (неисправности), прогнозирование технического состояния.

В публикациях последнего времени, под общим названием «трубопроводная арматура», идет речь о техническом диагностировании существенно различных, по нашему мнению, объектов. Под эти термином понимают и арматуру с разницей 30-40 лет по сроку изготовления, к тому же изготовленную в разных странах, и арматуру различной конструкции и комплектации, изготовленную в соответствии с разными нормативными документами и для различных отраслей промышленности, арматуру для различных сред, различного технологического назначения и т.д.

Попытка систематизировать цели и задачи диагностирования при таком разнообразии его объектов представ-

ляется крайне сложной. Поэтому в данной работе предлагаем рассматривать следующие группы ТПА:

- арматура на действующих предприятиях (на стадии эксплуатации);
- арматура на стадии изготовления;
- арматура нового поколения (на стадии проектирования).

Арматура на действующих предприятиях

Арматура на действующих предприятиях, или, проще говоря, арматура, находящаяся в эксплуатации – это арматура, в конструкции которой чаще всего не предусмотрены какие-либо средства и методы диагностирования. Требования нормативных документов по контролепригодности и диагноспригодности на такую арматуру не распространяются. Вместе с тем, диагностирование такой арматуры в настоящее время является наиболее востребованным. Контроль технического состояния и диагностирование такой арматуры представляется нам наиболее актуальной и наиболее сложной проблемой в данной теме.

Арматура на стадии изготовления

Трубопроводная арматура, изготавливаемая в соответствии с действующими в настоящий момент нормативными документами и предназначенная для замены арматуры на действующих предприятиях и для комплектации строящихся. На часть арматуры этой группы распространяются требования по контролепригодности и ряд других

требований, контроль выполнения которых невозможен без применения специальных приборов и методик.

Арматура нового поколения

Трубопроводная арматура на стадии КД и опытных образцов, проектируемая с учетом тенденций развития требований нормативных документов, тенденции развития и освоения новых видов контроля и диагностики. Арматура, технической документацией на которую предусматривается возможность обслуживания её «по техническому состоянию». Назначение – новые объекты, находящиеся на стадии проектирования.

Заказчики технического диагностирования

(потребители результатов диагностирования)

На каждом этапе жизненного цикла арматуры возникают свои задачи технического диагностирования, отражающие цели предприятия, условия её эксплуатации, в частности, подведомственность нормам и правилам, технологическую историю эксплуатации. Исходя из этапов жизненного цикла (проектирование, транспортировка, хранение, монтаж, использование по назначению, включая ремонт и техническое обслуживание, демонтаж и утилизация), перечень заказчиков диагностирования выглядит следующим образом.

1. Предприятия, разрабатывающие и изготавливающие арматуру
2. Предприятия, выполняющие монтаж и наладку арматуры.
3. Предприятия, эксплуатирующие трубопроводную арматуру

Цели технического диагностирования

◆ Цели предприятий-изготовителей арматуры

Диагностирование при изготовлении – это, по сути, комплекс испытаний для подтверждения заявленных в технической документации качеств и параметров своей продукции, т.е., контроль технического состояния. Производители арматуры имеют в своем распоряжении всё необходимое для выполнения диагностирования при выпуске продукции. Усложнение испытаний происходит по мере появления новых требований нормативной документации и новых методов контроля и диагностирования. При этом производители арматуры, как правило, сами являются инициаторами или участниками разработки и выпуска новых нормативных документов, и новые требования для них не являются неожиданностью.

Кроме того, перед производителем при диагностировании новой арматуры не стоит задача определения или обнаружения последствий длительного воздействия на металл различных нагрузок: температуры, давления, вибрации и т.п.

◆ Цели предприятий, выполняющих монтаж и наладку арматуры

На этом этапе также не стоит задача технического диагностирования как такового. Выполняется контроль технического состояния, главной целью которого является подтверждение соответствия технических параметров арматуры (после ее транспортировки, хранения, монтажа и наладки) параметрам, указанным в технической документации. Монтажные и наладочные организации слабо оснащены средствами контроля технического состояния и практически заинтересованы в результатах контроля только до подписания акта сдачи работ. Реальным потребителем результатов контроля технического состояния арматуры на этом этапе является предприятие, которое будет её эксплуатировать.

◆ Цели предприятий, эксплуатирующих трубопроводную арматуру

Этап эксплуатации арматуры – наиболее длительный по времени и единственный, когда арматура подвергается реальным нагрузкам. Следует признать, что эксплуатирующие предприятия – это единственный реальный заказчик технического диагностирования. Полагаем, что предприятие, эксплуатирующее арматуру, вряд ли занималось бы диагностированием, если бы производитель гарантировал безотказность и безаварийность в течение всего срока эксплуатации. Но это невозможно. И сегодняшние реалии, в первую очередь экономические, вынуждают предприятия осваивать методы и оборудование диагностики арматуры. Что имеется в виду?

Во-первых. На предприятиях эксплуатируется громадное количество арматуры за пределами назначенного срока службы или выработавшей назначенный производителем ресурс. Замена ее связана с большими финансовыми затратами. Причём стоимость сопутствующих работ: разработка проекта реконструкции, замена кабелей питания и КИП, работы по замене арматуры, внесение изменений в алгоритмы управления технологическим процессом – может превышать стоимость самой арматуры. На атомных электростанциях полная замена арматуры, выработавшей тридцатилетний срок службы, экономически нецелесообразна и технически сложно осуществима, по этой причине сейчас ведётся активная работа по продлению назначенного срока службы энергоблоков.

В таких же условиях и предприятия других отраслей промышленности. Необходимость определения остаточного ресурса технологического оборудования вынуждает руководителей предприятия разрабатывать и покупать процедуры и технические средства контроля технического состояния и технического диагностирования. Для планирования срока эксплуатации технологического оборудования, планирования ремонта, расчета экономической эффективности затрат на модернизацию предприятиям принципиально важно определить не только вид технического состояния, но и остаточный ресурс арматуры, или оставшийся срок службы.

Во-вторых. Сформулированы, многократно обсуждены и признаны негативные аспекты обслуживания арматуры по регламенту: необходимость регулярной разборки и ревизии арматуры без технической потребности; увеличение числа отказов арматуры после выполнения регламентных работ, необходимость приобретения и хранения излишнего количества запасных частей, рост стоимости ремонтных работ и рост цен на запасные части и т.д. Стратегия технического обслуживания и ремонта арматуры «по регламенту» заменяется техническим обслуживанием «по техническому состоянию». Переход к ТОиР «по состоянию» позволяет значительно сократить расходы при одновременном повышении качества ТО и ремонта. Обслуживание арматуры АЭС по регламенту было «привязано» к срокам планово-



Фото с сайта:
<http://www.zaec.com.ua>

предупредительных ремонтов при трехлетнем топливном цикле АЭС. Но сегодня на АЭС появилась техническая возможность перехода на четырех- и пятилетний топливный цикл, соответственно изменяется и длительность кампании – времени непрерывной работы энергоблока между перегрузками топлива. Сроки останова блока для перегрузки и сроки регламентного обслуживания арматуры при этом не совпадают. Выход из такой ситуации – обслуживание по техническому состоянию на основании результатов контроля технического состояния и диагностирования с обязательным определением остаточного ресурса всех элементов арматуры и получением уверенности, что в период до планового останова энергоблока арматура не откажет.

Повышение требований к качеству технического обслуживания арматуры в условиях снижения квалификации и дефицита ремонтного персонала предприятия будут стремиться компенсировать применением средств и методов технического контроля и диагностирования. Разнообразие предлагаемых методов и средств диагностирования сегодня уже позволяет это делать.

В-третьих. **Управление старением оборудования.** Стратегия технического обслуживания, ремонта и модернизации оборудования, получившая название «Управление старением оборудования», разработана с целью максимального увеличения отдачи на вложенные в строительство предприятия средства, обеспечение надёжной и безаварийной работы всего комплекса оборудования предприятия до момента его остановки и демонтажа, при одновременной минимизации текущих затрат. Стратегия уже разрабатывается в атомной энергетике и успешно распространяется в промышленности. Внедрение стратегии управления старением требует применения современных средств и методик контроля технического состояния и технического диагностирования узлов и элементов арматуры и арматуры в целом.

Средства контроля технического состояния и технического диагностирования

Разработанные и предлагаемые средства и методы контроля технического состояния и диагностирования металла, машин и механизмов позволяют сегодня решить практически любую задачу контроля технического состояния и диагностирования арматуры. Позволяют, но не решают. Из предлагаемых в настоящее время средств диагностики ни одно не является комплексным и ни одно не спроектировано изначально для контроля и определения вида технического состояния изделия (арматуры) в целом. Например, интеллектуальные позиционеры (класса SVI) для регулирующей арматуры – это контроль функционирования, проверка соответствия «управляющий сигнал – положение рабочего органа» и отдельных видов функциональных и конструктивных нарушений. Система оценки технического состояния электроприводной арматуры с контролем параметров через токовые и моментные характеристики электропривода – это контроль работоспособности и функционирования самого электропривода и некоторых подвижных элементов арматуры.

Мы не ставим целью предложить какую-либо систематизацию методов или средств диагностирования, но одно следует упомянуть обязательно. В основном, предлагаемые средства ориентированы на контроль только одного или нескольких из множества параметров, характеризующих техническое состояние механизма, которым является арматура. Системы контроля и диагностики приводов «не видят» протечки в затворе, приборы, контролирующие напряжённо-деформированное состояние металла корпуса, не могут оценить, например, состояние сильфонного узла, и так далее. Винить в этом разработчиков приборов и диагностических систем нет оснований. Они не знали о наших проблемах и не решали их. Разработчик всегда стре-

мится создать наиболее универсальный прибор, применение которого возможно в наибольшем количестве областей промышленности для решения наибольшего количества задач. Применить эти приборы и методы для контроля технического состояния и технического диагностирования трубопроводной арматуры — задача конструкторов арматуры, предприятий, использующих арматуру.

Нормативно-техническое обеспечение

Сегодня, с нашей точки зрения, еще не сформирована целостная система подхода и документации, в т.ч. нормативно-технической документации, в области диагностирования трубопроводной арматуры АЭС. Важнейшей задачей представляется разработка таких документов как:

- «Технические требования эксплуатирующей организации к диагностированию арматуры АЭС»;
- «Концепция комплексного диагностирования арматуры АЭС»;
- «Технические требования к диагностическому обеспечению арматуры АЭС».



Фото с сайта:
<http://www.ndtc.ru>

Разработчиками таких документов должны выступить конструкторские организации и предприятия, профессионально занимающиеся проектированием и изготовлением трубопроводной арматуры, при участии специалистов АЭС, органов контроля и регулирования.

К основным задачам разрабатываемых документов необходимо отнести:

- определение и ранжирование дефектов и/или отказов арматуры различного типа и различного назначения, по степени их влияния на работоспособность арматуры, на функциональную готовность, на вид технического состояния;
- определение и ранжирование отказов или неисправности узлов и элементов арматуры по степени их влияния на вероятность отказа арматуры в целом и на сокращение остаточного ресурса;
- определение дефектов, приводящих к отказам арматуры и снижению срока службы;
- определение механизмов отказов арматуры;
- разработку рекомендаций по методам и средствам, позволяющим на ранней стадии выявить механизмы отказов (кавитация, эрозионный износ, изменение в процессе эксплуатации качества смазочных и уплотнительных материалов, изменение крутящего момента или изменение токовых характеристик электродвигателя, некомпенсированные температурные удлинения), определить возникший дефект, спрогнозировать скорость его развития;
- установление «веса» дефекта по его влиянию на отказ арматуры, позволяющий выполнять техническое диагностирование с заданной вероятностью;
- установление по формализованной схеме цепочки: причина возникновения дефекта — дефект — «вес» дефекта по влиянию на вероятность отказа — прогноз остаточного ресурса — компенсирующие мероприятия, позволяющие составить техническое задание на разработку средств КТС и ТД или разработать методики применения уже существующих средств диагностирования.

Разработка таких документов позволит также сформулировать требования к диагностическому обеспечению арматуры различного назначения и различной конструкции.

Необходимо также внести изменения и дополнения во многие нормативные документы, в первую очередь, в НТД по атомной энергетике, с целью включения в перечень допущенных методов неразрушающего контроля новых современных методов, таких как: метод акустической эмиссии, методы, основанные на измерении магнитных характеристик металла и другие.

Экономические цели предприятий, эксплуатирующих трубопроводную арматуру, при разработке и применении систем технического диагностирования

Поскольку главной целью деятельности предприятия является получение прибыли, то и истоки целей применения диагностики следует искать в экономике.

На размер прибыли положительно влияет:

- увеличение времени использования оборудования;
- сокращение затрат на содержание оборудования;
- сокращение, предупреждение затрат на санкции за невыполненные обязательства, на штрафы за сбросы в окружающую среду.

Исходя из этого, полагаем, что предприятия, эксплуатирующие арматуру, заинтересованы:

- в продлении назначенного срока службы арматуры;
- в повышении уровня надёжности;
- в сокращении времени ремонтных работ;
- в увеличении времени работы между плановыми ремонтами;
- в сокращении затрат на запасные части и оплату ремонтных работ;
- в предотвращении аварий и связанных с ними финансовых потерь.

В части трубопроводной арматуры, находящейся в эксплуатации, перечисленные задачи на действующем предприятии решаются переходом к техническому обслуживанию «по состоянию» с применением современных средств и методов контроля технического состояния и технического диагностирования.

Что касается трубопроводной арматуры в стадии изготовления и арматуры нового поколения, приобретение которой планируется для модернизации предприятий и оснащения новых производств, то в её конструкции должны быть предусмотрены возможность и методы технического диагностирования. Трубопроводная арматура должна иметь диагностический паспорт.

В обсуждении целей и задач предприятий в создании и применении систем диагностики мы пришли к обсуждению экономической стороны вопроса. А именно, к тому, что приобретение арматуры со встроенной системой диагностирования или приобретение переносной системы диагностирования является «вложением денежных средств». И деньги будут выделены только тогда, когда соблюдены требования законов и правил инвестиционной деятельности, которые современные предприятия, коль скоро они сумели выжить и удержаться «на плаву», знают и соблюдают. Производители арматуры должны представлять себе экономическую выгоду от применения систем диагностики и от приобретения арматуры со встроенными системами диагностики и учитывать размер экономической выгоды покупателя арматуры при назначении цены на новую арматуру.

Еще один момент, который хотелось бы отметить. Из двух решений — минимизация первоначальных вложений и большие эксплуатационные затраты на весь период жизни объекта инвестиций — или максимальные вложения на первом этапе при минимальных эксплуатационных затратах — предприятия (инвесторы) в странах СНГ зачастую выбирают первое. Это понятно и объяснимо. У нас нет еще достаточно дешевых кре-

дитов, нет дешевых «длинных денег» и нет той стабильности экономики, которая позволила бы принять второе решение. Это также будет влиять на решение о приобретении арматуры и средств диагностики.

Цели и задачи производителей трубопроводной арматуры, приспособленной к диагностированию, и средств технического диагностирования

Возвращаясь к сказанному: главной целью по-прежнему остается получение прибыли. Поэтому арматуру, приспособленную к диагностированию, средства диагностики, методики диагностики следует рассматривать как товар, имеющий свои потребительские качества и свою цену, а главное, своего покупателя. Средства и методы диагностики должны соответствовать требованиям и ожиданиям покупателя и иметь цену, которая для покупателя будет оправдана полученной выгодой.

Выводы

В отношении контроля технического состояния и диагностирования арматуры на действующих предприятиях задачей конструкторских организаций является подготовка (разработка) критериев исправного состояния арматуры, ее узлов и элементов. Необходимо разработать и утвердить методы и методики контроля технического состояния и диагностирования. Средства диагностики должны быть ориентированы на КТС и диагностирование отдельных узлов и элементов арматуры (корпус, сильфон, электропривод), быть мобильными и быть пригодным и для КТС арматуры различных производителей, различных типов и назначения, изготовленных из различных сталей. Диагностирование арматуры, выполненное с применением комплекса диагностических средств и в соответствии с утвержденными методиками, должно однозначно определять вид технического состояния объекта, место и причины неисправности, остаточный срок службы неисправного узла и арматуры в целом. В настоящее время такого комплекса РД, методик и средств диагностирования нет. И задача конструкторских организаций сделать первый шаг в его создании — сформулировать перечень механизмов отказов, перечень узлов и элементов арматуры, подлежащих периодическому диагностированию, установить критерии различных видов технического состояния, установить размерность и предельные величины этих критериев, предложить метод или алгоритм расчета остаточного ресурса. Такой документ позволит структурировать задачу по созданию систем диагностирования. Уверен, что разработчики средств диагностики сделают второй шаг и предложат свои решения и приборы.