

Экспертиза промышленной безопасности трубопроводной арматуры

В.Т. Доможиров, зам. директора по научной работе,
О.А. Токмаков, нач. отдела промышленной безопасности, ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Фото с сайта: omskexpertiza.ru

Экспертиза промышленной безопасности трубопроводной арматуры является одним из важных элементов системы промышленной безопасности опасных производственных объектов.

ЗАО «НПФ «ЦКБА» на протяжении многих лет (*обследование трубопроводной арматуры опасных производственных объектов ведется с 1956 г.*) проводит экспертизы промышленной безопасности трубопроводной арматуры (далее – экспертизы), эксплуатируемой на различных предприятиях химии, нефтехимии, нефтепереработки, транспортировки и добычи нефти и газа, объектах морского регистра, атомного флота и энергетики, в том числе атомной.

Экспертизе подвергнуто более 300 000 единиц трубопроводной арматуры различных типов и видов отечественного и импортного производства.

По результатам проведения экспертиз можно сделать некоторые обобщения, касающиеся технического состояния трубопроводной арматуры, её эксплуатации и проведения собственно экспертиз.

Прежде всего, следует отметить, что более половины обследованной трубопроводной арматуры большинства предприятий и объектов, введенных в действие в 60-70 гг. прошлого столетия, имеют срок эксплуатации 30 и более лет и по техническому состоянию близки к полному исчерпанию ресурса.

Важнейшим вопросом экспертизы является оценка технического состояния арматуры и возможности продления срока ее эксплуатации. На основе результатов экспертизы необходимо дать ответ на вопрос о безопас-



Виктор Трофимович Доможиров



Олег Анатольевич Токмаков

ности арматуры в течение продлеваемого срока ее эксплуатации и, при необходимости, предложить эксплуатирующей организации определенные рекомендации технического и организационного характера по обеспечению безопасности арматуры на продлеваемый период.

Указанные цели экспертизы и порядок обеспечения достоверности и обоснованности ее резуль-

татов регламентированы нормативными документами системы промышленной безопасности [1-3]. Технические нормы, нормативы и требования, предъявляемые к отдельным изделиям, изложены в отраслевых стандартах и руководящих документах [например, 4-10], в эксплуатационной документации на изделия и технологические трубопроводы (установки), в составе которых они эксплуатируются. Тем не менее, при проведении экспертиз не редки ситуации, требующие особого рассмотрения.

Так, действующая сегодня система оценки технического состояния арматуры, узаконенная целым рядом нормативных технических документов [2, 3, 4], базируется на результатах всестороннего анализа получаемых в процессе диагностирования трубопроводной арматуры количественных и качественных значений характеристик изделия, связанных с критериями его предельного состояния.

К примеру, наиболее распространенными предельными состояниями трубопроводной арматуры, по данным проведенных экспертиз, являются:

- нарушение герметичности по отношению к внешней среде (к, примеру, по сальниковым узлам, силь-

фонным уплотнениям и уплотнениям корпус-крышка, представляющее реальную опасность в условиях эксплуатации на взрыво-пожароопасных, ядовитых и токсичных средах);

- изменение свойств материалов конструкции, определяющих ее прочность и плотность;
- нарушение герметичности в затворе, что приводит, в частности, к замораживанию арматуры, лишая ее работоспособности.

Для этих состояний определены критерии, позволяющие судить о достижении арматурой предельного состояния. Однако средства контроля и диагностирования величины протечек среды через уплотнения и элементы запорного узла арматуры, когда она эксплуатируется в непрерывном безостановочном технологическом процессе, в большинстве конструкций не предусмотрены, а выполнить необходимые замеры при экспертизе оказывается возможным, лишь в случае, когда арматура доступна для диагностики.

Как получить необходимые данные, когда арматура заглублена, находится под водой, иными словами, когда она не доступна для диагностики, остается открытым вопросом для экспертов.

Одним из возможных решений в подобных ситуациях может быть оценка технического состояния по результатам мониторинга параметров функционирования арматуры на протяжении всего срока эксплуатации, в процессе плановых работ по техническому

обслуживанию, продлению сроков эксплуатации, среднего и капитального ремонта путем их периодического диагностирования с помощью технических средств. Задачами диагностирования при этом должны быть:

- оценка технического состояния трубопроводной арматуры на основе сравнения значений измеренных электрических и механических диагностических параметров со значениями параметров диагностической модели арматуры;
- поиск места и определение причин неисправностей путем анализа зарегистрированных значений диагностируемых параметров;
- прогнозирование технического состояния на заданный интервал времени путем отслеживания изменений значений диагностических параметров (тренда) в процессе эксплуатации при периодическом диагностировании.

В качестве средств технического диагностирования должны использоваться унифицированные специальные технические устройства измерения и регистрации параметров, а также специализированное программное обеспечение для обработки и анализа получаемых при этом данных.

Такие системы внедрены и успешно используются сегодня на ряде отечественных АЭС. ЗАО «НПФ «ЦКБА» совместно со СМАТЭ ведутся разработки по внедрению данных методов диагностики технического состояния



Автор фото: П.Г. Генкин



Автор фото: П.Г. Генкин

запорной арматуры с электроприводом в части выполнения функций «открытие-закрытие».

Существующие методики диагностирования и неразрушающего контроля не свободны от тех или иных недостатков. Среди них следует отметить сложность достоверной оценки остаточного ресурса и прогнозируемых показателей долговечности и безотказности на последующий период эксплуатации.

Одним из основных факторов, определяющих остаточный ресурс, долговечность и, в целом, техническое состояние трубопроводной арматуры, является состояние материалов элементов конструкции и, прежде всего, корпусных деталей. Для принятия заключения о состоянии материалов, как правило, анализируются механические свойства и химический состав, наличие неметаллических включений, пор и пустот, внутренних и поверхностных трещин и некоторые другие параметры и характеристики состояния материалов, получаемые на основе результатов обследования в ходе экспертизы. Для арматуры, находящейся в эксплуатации в составе технологических систем, допустимыми являются только неразрушающие методы контроля, с помощью которых определить все требуемые для анализа механические свойства металла корпуса, в частности, наличие неметаллических включений, невозможно. В этом случае прибегают к методу аналогий, используя для отбора проб металла корпуса аналогичные изделия, выведенные из эксплуатации. Хотя критерии «аналогичности» тщательно подбираются, тем не менее, подобная аналогия не исключает погрешностей в оценке свойств металлов.

Нельзя не отметить и тот факт, что принятая в ряде отраслевых нормативных документах методика контро-

ля и анализа механических свойств металла арматуры путем измерения твердости не совершенна, не позволяет судить о фактических величинах ударной вязкости металла корпусных деталей, не предусматривает оценку кинетики изменения прочностных характеристик (в первую очередь пластичности) за время эксплуатации. Для повышения диагностической информативности такого рода измерений, по-нашему мнению, необходимо проведение отдельной работы по исследованию закономерностей изменения свойств и состояния металла корпусных деталей арматуры магистральных и технологических трубопроводов при длительной эксплуатации (30 лет и более). По результатам этой работы для конкретных конструкционных марок сталей должны быть построены зависимости значений прочности и пластичности от твердости для внесения соответствующих дополнений в нормативные документы.

Требуется дальнейшее совершенствование неразрушающих методов диагностики свойств металлов и методик оценки свойств металлов по результатам диагностирования.

Сложной задачей, решаемой при проведении экспертизы изделий, эксплуатируемых на опасном производственном объекте, остается обеспечение достоверности оценки прогнозируемых показателей безотказности (вероятность безотказной работы (ВБР) за прогнозируемый срок эксплуатации). ВБР является одновременно групповым и индивидуальным показателем. Использование каких-либо нормативных документов для расчета показателей безотказности даже ограниченной группы изделий, из числа обследуемых, будет опираться на статистические данные, т.е. получаемые оценки будут групповыми и никоим образом не смогут использоваться в качестве индивидуального показателя, поскольку они не будут отражать техническое состояние конкретного обследуемого изделия. Если при этом принять во внимание, что требуемое значение ВБР по отношению к критическим отказам изделий, эксплуатируемых на опасных производственных объектах, должно быть близким к единице, то все рассуждения по расчету ВБР «за период возможного продления срока эксплуатации» кажутся излишними. Хотя, с другой стороны, близость ВБР к единице: например, за год эксплуатации (наработку 100 циклов), — не означает, что за 10 лет эксплуатации (наработку 1000 циклов) ВБР будет оцениваться величиной не менее 0,9.

По всей видимости, есть необходимость в том, чтобы разработать, обосновать соответствующие положения и на уровне нормативных требований внести большую ясность в процедуру определения показателей безотказности эксплуатируемой арматуры, прогнозируемых по результатам экспертизы: определять ли возможный срок продления эксплуатации, исходя из приемлемой близости оценки ВБР к единице, или же рассчитывать ВБР за продлеваемый срок эксплуатации с определением мер, обеспечивающих рассчитанные значения ВБР, ясно осознавая значимость оценок для конкретного изделия и «групповую» природу их происхождения.

Отрадно, что в этих направлениях ведутся серьезные работы ряда институтов — ДООАО «Оргэнерго-маш», НИИ ТНН, СМАТЭ, ЦНИИТМаш, ЗАО «НПФ «ЦКБА» и др., связанные с совершенствованием методов диагностирования, расширением числа критериев, характеризующих предельные состояния изделия по отношению к критическим отказам, разработкой соответствующих дополнений в действующие нормативные и технические документы.

Дополнительные возможности повышения достоверности оценок безотказности по результатам экспертизы промышленной безопасности трубопроводной арматуры, эксплуатируемой на предприятиях, предоставляет, на наш взгляд, введение на предприятиях-изготовителях арматуры процедуры оценки показателей ее безотказности, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления. Такие показатели, могут приниматься в качестве объективной оценки безотказности арматуры в процессе эксплуатации, если при проведении экспертизы не выявлено дефектов, влияющих на безотказность. Методика выполнения соответствующей процедуры для технологических процессов изготовления арматуры разработана и изложена нами в СТ ЦКБА 049 «Арматура трубопроводная. Обеспечение безотказности при изготовлении».

Основные несоответствия требованиям промышленной безопасности при эксплуатации арматуры состоят в том, что:

- моменты и усилия для управления функционированием арматуры (открытие-закрытие запорной арматуры, перемещение регулирующего элемента — для регулирующей арматуры и др.) не соответствуют значениям, установленным в эксплуатационной документации;

- допускается эксплуатация арматуры, на которую в эксплуатирующих подразделениях отсутствуют паспорта и руководства по эксплуатации (согласно требованиям Ростехнадзора, запрещается эксплуатировать арматуру при отсутствии паспортов и эксплуатационной технической документации);

- во многих случаях, сведения о техническом обслуживании арматуры учитываются в документации на трубопровод, а не в паспорте (формуляре) арматуры, что не позволяет контролировать при эксплуатации наработку, полноту и качество технического обслуживания и ремонтов арматуры. По этой причине достаточно часто сведения о техническом состоянии арматуры, эксплуатируемой в составе технологических трубопроводов, не соответствуют техническому состоянию реально установленных изделий;

- на многих эксплуатирующих предприятиях отсутствует ремонтная документация на трубопроводную арматуру, а имеющаяся в ремонтных подразделениях документация не соответствует предъявляемым требованиям ни по содержанию, ни по порядку ее разработки. От этого страдает качество ремонта, особенно в части используемых для ремонта материалов, соблюдения ремонтных размеров, режимов обработки деталей. В ряде случаев это явилось причиной произошедших аварий с огромным материальным ущербом.

При проведении экспертизы промышленной безопасности специалистами ЗАО «НПФ «ЦКБА» выполняются обследования, предусмотренные нормативными документами, в объеме, достаточном для обоснованного заключения о техническом состоянии арматуры и продления сроков ее эксплуатации. В обязательном порядке осуществляются:

- анализ эксплуатационной технической документации и условий эксплуатации арматуры;
- диагностическое обследование и исследование состава и свойств материалов основных деталей изделия;
- контроль прочности, плотности, герметичности;
- поверочные расчеты на прочность;



Автор фото: П.Г. Генкин

- расчеты надежности;
- оформление Заключения экспертизы промышленной безопасности, которое согласовывается с Заказчиком и направляется для утверждения в региональное Управление Ростехнадзора.

Наряду с предписанными процедурами экспертного обследования нами, в обязательном порядке, осуществляется фотодокументирование обследуемых изделий. Как показывает практика, во многих случаях это является, в некотором роде, подтверждением проведения обследований, и, наряду с этим, дает при соответствующей обработке дополнительную информацию об арматуре, значительно упрощает систематизацию и обобщение результатов экспертизы.

Результаты экспертного обследования заносятся в Банк данных ЗАО «НПФ «ЦКБА», который активно используется при расчетах остаточного ресурса, проверочных расчетах и расчетах показателей надежности для формирования обоснованного заключения экспертизы промышленной безопасности. В настоящее время Банк данных ЦКБА содержит информацию о более чем 400 000 единиц арматуры, эксплуатируемой на различных опасных производственных объектах. Имеющаяся информация служит основой для формирования справочной информации о величинах интенсивности отказов (лямбда-характеристик) для основных узлов арматуры, приводимой в готовящейся к выпуску новой редакции СТ ЦКБА 008 «Арматура трубопроводная. Расчет и оценка показателей надежности и показателей, характеризующих безопасность, на этапе проектирования».

Более того, эти материалы в обязательном порядке передаются Заказчику в виде Банка данных трубопроводной арматуры, эксплуатируемой на предприятии, для дальнейшего использования в задачах организации учета и оценки фактического состояния арматуры. Важным представляется оказание помощи предприятиям в разработке технологических регламентов

эксплуатации арматуры. Регламенты содержат конкретные перечни возможных отказов арматуры, характеристики предельных состояний, предшествующих этим отказам и критерии предельных состояний, методы их обнаружения и указания о порядке действий персонала в случае выявления предельных состояний. При разработке технологических регламентов используются руководство по эксплуатации арматуры, действующие на предприятии инструкции по технике безопасности. Использование технологических регламентов создает технические предпосылки для предотвращения техногенных аварий, способствует повышению безопасности при эксплуатации систем, в которых используется арматура.

В последние годы, в соответствии с требованиями Ростехнадзора, значительно активизировалась работа эксплуатирующих предприятий по паспортизации трубопроводной арматуры. В этой связи, по согласованию с заказывающими организациями, мы увязываем вопросы паспортизации и экспертизы промышленной безопасности. Паспорта оформляются по результатам экспертизы. При этом, оформляя паспорт на каждую единицу обследованной арматуры, мы также разрабатываем для предприятий и электронный банк данных паспортов арматуры.

В данной статье авторы попытались отразить лишь часть из наиболее злободневных вопросов экспертизы, непосредственно связанных с обеспечением безопасности опасных производственных объектов, на технологических линиях и установках которых интенсивно эксплуатируется трубопроводная арматура.

Надеемся, что материал, изложенный в статье, будет в какой-то мере способствовать практическому решению сложных и ответственных задач экспертизы промышленной безопасности, повышению обоснованности и достоверности оценок технического состояния и остаточного ресурса трубопроводной арматуры опасных производственных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Технический регламент о безопасности машин и оборудования». Утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2009 года № 753.
2. РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов». Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 06.09.01 № 39.
3. РД 03-484-02 «Положение о порядке продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах». Утверждено постановлением Госгортехнадзора России от 09.07.02 № 43.
4. РД-08.00-29.13.00-КТН-012-1-05 «Положение о порядке проведения технического освидетельствования и продления срока службы трубопроводной арматуры нефтепроводов». ОАО «АК «Транснефть», 2006.
5. «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования», НП-68-05. Утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 декабря 2005 г. № 25, Москва, 2005.
6. СТО Газпром 2-4.1-212-2008 «Общие технические требования к трубопроводной арматуре, поставляемой на объекты ОАО «Газпром». ООО «ИРЦ Газпром», Москва, 2008.
7. ОТТ-75.180.00-КТН-272-06 «Задвижки клиновые для магистральных нефтепроводов. Общие технические требования». ОАО «АК «Транснефть», 2006.
8. ОТТ-75.180.00-КТН-273-06 «Задвижки шиберные для магистральных нефтепроводов. Общие технические требования». ОАО «АК «Транснефть», 2006.
9. ОТТ-75.180.00-КТН-274-06 «Затворы обратные для магистральных нефтепроводов. Общие технические требования». ОАО «АК «Транснефть», 2006.
10. РД 153-34.1-39.504-00 «Общие технические требования к арматуре ТЭС (ОТТ ТЭС-2000)». РАО «ЕЭС России», 2000.
11. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения». Москва: «ИПК Издательство стандартов», 1990.
12. СТ ЦКБА 043-2008 «Арматура трубопроводная. Порядок нормирования и контроля надежности и безопасности». ЗАО «НПФ «ЦКБА», 2008.
13. СТ ЦКБА 049-2009 «Арматура трубопроводная. Обеспечение безотказности при изготовлении». ЗАО «НПФ «ЦКБА», 2009.