

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ И ПРОДЛЕНИЮ РЕСУРСА СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Д.И. Корольков, Председатель ОО "БОИМ", академик БИА

В настоящее время в республике эксплуатируется около 30 тысяч сосудов, работающих под давлением. Работает это оборудование в различных условиях, при давлениях от 0,07 МПа до 20000 МПа и при температурах до более 500 °С. Около 40% из них отработало свой установленный ресурс или более 20 лет. Нередко, к сожалению, происходят аварии. Самые крупные аварии в Беларуси – это взрыв разварника типа "Генце" на спиртзаводе Комбината пищевых продуктов "Полесье" в Речицком районе в мае 1966 года, при котором погибло 2 человека и 2 человека травмировано.

В декабре 1987 г. в ПО "Оршастройматериалы" вырвалась крышка автоклава, находившегося под давлением 11 атмосфер, в результате частично разрушено здание цеха, 1 человек погиб, 1 тяжело травмирован и 3 получили легкие травмы.

В мае 1992 года на Минской ТЭЦ-4 произошел разрыв подогревателя высокого давления (ПВД) без жертв.

Часто происходят инциденты с гибелью людей при эксплуатации сосудов с открывающимися крышками – вакуумных котлов типа КВ-4,6М, эксплуатирующихся на мясокомбинатах и пивзаводах. Причиной этому является износ и неисправность или отсутствие блокировочных устройств, низкий уровень квалификации специалистов и обслуживающего персонала.

В связи с повышением опасности аварий на стареющем оборудовании в республике принимаются меры по их предупреждению. Большое внимание с этой целью уделяется повышению качества технического освидетельствования (ТО) и техническому диагностированию

(ТД) сосудов, отработавших нормативный или установленный проектный ресурс. Требования по проведению ТО и ТД, как экспертизы технического состояния технических устройств, закреплены в законе РБ о промышленной безопасности производственных объектов.

В настоящее время около 100 организаций республики получили лицензии на право технического диагностирования сосудов, котлов и трубопроводов, аккредитовано более 140 лабораторий неразрушающего контроля. Создана учебная база для подготовки дефектоскопистов.

Имеется большое количество методических документов по проведению технического диагностирования разных типов сосудов – межотраслевые, отраслевые, отдельных институтов и предприятий.

К сожалению, многие из этих документов не содержат достаточно аргументированных методов определения остаточного ресурса сосудов и не позволяют определять сроки продления эксплуатации очередного ТД, содержат произвольные указания по установленному ресурсу эксплуатации сосудов, для которых он не указан в паспортах заводов-изготовителей.

Из действующих в республике документов по оценке технического состояния сосудов большинство разработано еще во времена СССР, когда термин "техническое диагностирование" чаще назывался "обследованию".

Наиболее общие требования к оценке техсостояния сосудов содержатся в Правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением и в "Методических указаниях по об-

следованию и техническому освидетельствованию объектов котлонадзора", утвержденных Госгортехнадзором СССР в 1977 году и в последующем лишь незначительно обновленных.

В этих документах отражены особые требования к оценке сосудов, работающих в специфических условиях – к гидролизным аппаратам, автоклавам предприятий стройматериалов, пароводяным аккумуляторам, к сосудам, работающим с водородсодержащей средой, предусматривается проведение исследования металла в необходимых случаях. При этом должны указываться причины, вызвавшие необходимость таких исследований. Вся эту работу по ТД (кроме разрушающего контроля) выполнял инспектор котлонадзора.

Обследование специализированной организацией проводилось до 1991 года только по требованию инспекторов. О продлении ресурса в этом документе от 1977 года указаний не содержится.

Но специфика эксплуатации некоторых сосудов и их принадлежность преимущественно определенным ведомствам обусловила разработку отдельных методических указаний по некоторым видам сосудов.

Так, с 1985 г. действовало "Положение о системе технического диагностирования автоклавов", утвержденное Минстройдормашем и Минстройматериалов СССР и обновленное в 1997 году ЗАО "ДИЗКС" по согласованию с Госгортехнадзором России. Новая редакция документа действует в Республике Беларусь и имеет название "Положение о системе технического диагностирования автоклавов в производствах строительных мате-

риалов, РД2-97".

В основу системы ТД автоклавов в этом документе положен принцип оценки технического состояния по наиболее нагруженным элементам, работающим в наиболее тяжелых и сложных условиях. Выбор этих элементов основан на анализе статистических данных о повреждаемости. Методика предусматривает наблюдение за наиболее изнашиваемыми элементами на протяжении всего срока службы автоклава, начиная от ввода его в эксплуатацию. Состояние наблюдаемых элементов оценивается с применением технических средств при неоднократно проводимых технических диагностированиях – первичном после монтажа, периодическом после наработки определенного количества циклов, экспертного после отработки расчетного срока службы и внеочередных. Вырезку металла для анализа химсостава, структуры и механических испытаний методика требует только в необходимых случаях.

Предусмотренные методикой работы по оценке технического состояния автоклава проводятся в целях: установления возможности безопасной эксплуатации; определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации в случае обнаружения повреждений или после исчерпания расчетного (назначенного) срока службы, а также после аварии.

Несмотря на четкость поставленной цели метод определения остаточного ресурса сводится к перерасчету прочности по ГОСТ 14249 и ГОСТ 25859, но нет рекомендации по учету влияния на остаточный ресурс различных видов развивающихся дефектов – трещин, расслоений, раковин и т.д. Поэтому остаточный ресурс в значительной мере будет зависеть от квалификации и интуиции специалистов по диагностированию.

Если методика по ТД автоклавов предусматривает определение возможности продолжения эксплуатации сосуда в зависимости от его фактического технического состояния, то некоторые документы по

другим типам сосудов ограничивают сроки эксплуатации без наличия обоснованных причин.

Например, действующий документ "Методические указания. Продление срока службы резервуаров для жидкой двуокиси углерода. РД26-3-86", утвержденный Минхимнефтемашем 31.12.1986 г. при назначенном сроке службы указанных сосудов 10-12 лет допускает продление его только на срок до 3 лет. Документ не содержит обоснований такого подхода, хотя, как показывает опыт, сосуды могут эксплуатироваться немного дольше.

Аналогичный подход заложен в документ "Методика по экспертному диагностированию машин аммиачного комплекса с истекшим сроком службы для определения возможности дальнейшей эксплуатации", разработанная НИИхиммашем и согласованная Госгортехнадзором России 25.02.93 г. При установленном сроке службы указанных сосудов 7-8 лет методика допускает его продление не более чем на 4 года. И не предусматривается никакое обоснование расчетом.

Наиболее полными и научно обоснованными представляются методы технического диагностирования сосудов, предусмотренные в документах "Методика оценки резерва остаточной работоспособности технологического оборудования нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств", разработанная ВНИКТИ нефтехимоборудования и согласованная Госгортехнадзором России 28.10.92 г., а также "Методические указания по техническому диагностированию и продлению срока службы сосудов, работающих под давлением. РД34.17.439-96", утвержденные РАО ЕЭС России и согласованные Госгортехнадзором России 3.04.96 г.

Методика ВНИКТИ нефтехимоборудования распространяется на основное технологическое оборудование с давлением до 10 МПа, эксплуатируемое на предприятиях нефтеперерабатывающей и химической промышленности, которое:

выработало установленный ресурс; не имеет установленного ресурса и отработало 20 лет и более; не имеет установленного ресурса и за время работы накопило 1000 и более циклов нагружения; временно находилось под воздействием параметров, превышающих расчетные (пожар, авария).

Методика требует проведения следующих работ: изучение эксплуатационной документации; внешний и внутренний осмотр, измерение геометрии сосуда; толщинометрия; дефектоскопия; оценка металлографических структур неразрушающими методами; испытания на прочность и герметичность.

Решение о необходимости вырезки металла для его детального исследования принимается по результатам обследования. Методы дефектоскопии выбираются специалистами, проводящими ТД.

Методика допускает непроведение внутреннего осмотра, если он невозможен, и замену его толщинометрией и дефектоскопией с внешней поверхности, гидроиспытанием с акустико-эмиссионным (АЭ) контролем и последующей идентификацией зарегистрированных дефектов.

При необходимости вырезок металла даются их необходимые размеры, пречень вырезаемых образцов, методы их испытаний.

Для определения фактических нагрузок в работающем сосуде рекомендуется определение фактических напряжений методами тензометрирования, термографирования с использованием термопар и т.д.

В методике даются формулы расчета допускаемого внутреннего давления и методы расчета остаточного ресурса – по скорости коррозии (для работающих сосудов в условиях статического нагружения), по ГОСТ 25859 (для малоциклового нагружения, когда основным повреждающим фактором является малоцикловая усталость).

Методика допускает устанавливать остаточный ресурс с учетом ТД не более 10 лет, после чего возможны последующие продления

после проведения очередного ТД.

Методические указания РАО ЕЭС России, согласованные с Госгортехнадзором России, устанавливают новые сроки эксплуатации (если они не указаны в паспорте) для некоторых типов сосудов: для ресиверов водорода и сосудов электролизных установок – 16 лет; для ресиверов (кроме водородных) и деараторов повышенного давления, изготовленных до 01.07.78 г. – 20 лет; для остальных сосудов, в том числе деараторов повышенного давления, изготовленных после 01.07.78 г. – 30 лет.

При ТД сосуда, отработавшего назначенный срок службы, методика требует проведения следующих работ: наружный и внутренний осмотр; контроль геометрических размеров; измерение выявленных дефектов язв, трещин, деформаций и др.); контроль сплошности сварных соединений и зон основного металла методами неразрушающего контроля; контроль толщины стенки неразрушающим методом; измерение твердости с помощью переносных приборов; лабораторные исследования (при необходимости) химсостава, свойств и структуры материалов основных элементов; гидроиспытания; прогнозирование на основе ТД и расчетов на прочность возможности, допустимых рабочих параметров, условий и сроков эксплуатации сосуда.

Методика предусматривает использование воды при гидроиспытаниях с температурой более 15 °С.

АЭ-контроль используется только в случае необходимости и целесообразности по согласованию с Госгортехнадзором и РАО ЕЭС России.

Приводятся допустимые для наиболее применяемых сталей значения твердости, ударной вязкости, а также браковочные признаки крепёжных деталей. Методика требует выполнения прочностных расчетов и дает принцип определения остаточного ресурса с учетом ежегодного коррозионного, эрозионного износа и количества циклов нагружения.

Допускается неоднократное про-

длиние ресурса до 8 лет с учетом результатов технического диагностирования.

Методы диагностирования сосудов, рекомендуемые методиками ВНИКТИ нефтехимоборудования и РАО ЕЭС России, положены в основу согласованных Проматомнадзором МЧС РБ "Программы по обследованию емкостного оборудования с оценкой ресурса остаточной работоспособности", разработанные предприятием "АМТЭСТ" и "Инструкции по техническому диагностированию и продлению срока службы сосудов аммиачных и холодильных установок, отработавших расчетный ресурс", разработанной УП "ДИЭКОС". Однако недостатком этих документов является отсутствие требования по расчетному определению остаточного ресурса и методов его расчета.

Как видно из краткого анализа приведенных документов, все они основаны на общих требованиях правил по сосудам и при определении продленного ресурса ссылаются на ГОСТ 14249-89 "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность" и ГОСТ 25859-83 "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета при малоцикловых нагрузках". Что касается дополнительных требований, то они очень разнообразны.

Недостаточно обоснованы содержащиеся в них требования по срокам службы. По сосудам углекислотным, аммиачного комплекса, в методике ВНИКТИ нефтехимоборудования указывается ресурс 10 лет (а ВНИКТИ химоборудования, а за ним "ДИЭКОС" ограничивают продление ресурса 10 годами, а затем в дальнейшем – снова до 10 лет), заимствуют этот срок из ГОСТ 25859-83, п. 2.6 без ссылок на конкретный конструкторский расчет разработчика сосуда.

Основное большинство действующих методик имеет союзное или российское происхождение, разрабатываются часто разными организациями под себя и даже не головными организациями. Часто встречаются невыполнимые в настоящее время требования, как на-

пример, по сосуду для CO₂: "резервуары, у которых количество заправок превышает 260 в год, допускается подвергать специальному исследованию, которое может осуществить ВНИИПТ химнефтеаппаратуры. Только по заключению последнего может быть решен вопрос о возможности продления срока службы".

Подобные записи в настоящее время просто не выполнимы и такие документы требуют пересмотра.

Или по сосудам машин аммиачного комплекса: срок службы установлен разработчиками 7-8 лет и методика позволяет продлить его только на 3 года! Главный конструктор этих сосудов на совещании в Москве еще в 1991 году не мог аргументировано ответить, почему назначен такой малый срок службы, если после 8 лет эксплуатации не выявляется никаких дефектов. Ясно, что в подобных решениях просматривается ведомственная заинтересованность или перестраховка изготовителя.

Вся нормативная база по техническому диагностированию сосудов (то же и по котлам) требует сегодня пересмотра и систематизации. К подобному выводу Госгортехнадзор России пришел еще в 1995 г., но работа не сделана и соответственно не делается в Беларуси. Пора приступить к этой работе. В первую очередь необходимо разрабатывать "Общие требования по техническому диагностированию сосудов", включающие в себя: требования к диагностирующей организации, к ее оснащению; требования к специалистам; требования к организации работ по ТД; порядок изучения эксплуатационной и проектной документации; порядок проведения внешнего и внутреннего осмотра, геометрических измерений, испытаний на прочность и плотность.

Другой документ (или раздел единого документа) должен содержать требования и рекомендации по выбору средств неразрушающего контроля и его проведению, браковочные показатели, методы и

объем исследования металла.

Третий документ (или раздел) должен содержать требования и рекомендации по расчету (прогнозированию) остаточного ресурса по типам сосудов, требования к оформлению экспертного заключения по результатам ТД, порядок его подписания и утверждения (это предусмотрено Законом по промышленной безопасности опасных производственных объектов).

Такой документ должен быть утвержден Проматомнадзором или МЧС, а диагностирующие организации на основании этого документа разрабатывали бы индивидуальные программы проведения работ, согласовывая их с владельцами сосудов.

Кто мог бы выполнить эту задачу? Видимо эту работу должны выполнять те, кто выполняет диагностирование. Должны объединиться и на долях финансировать головную организацию – ГНУ ФТИ НАН РБ. Или создать, например, Совет по техническому диагностированию в БОИМе, и на долевых началах финансировать его конкретные работы. Можно создать ассоциацию диагностических организаций, которая за средства всех учредителей вела бы разработку

НТД и обеспечивала ею всех участников, решала бы некоторые организационные и координирующие вопросы, связь с органами надзора и др. Но в любом случае необходима поддержка Проматомнадзора или МЧС.

Чтобы вести глубокий анализ технического состояния, поведения того или другого типа оборудования в эксплуатации необходимо организовать сбор статистических данных. Это без помощи Проматомнадзора вряд ли кто сможет сделать. Кто-то должен создать и вести банк данных по типам сосудов, поддерживать связь с российскими диагностическими организациями и органами надзора, готовить необходимую информацию для белорусских диагностирующих организаций.

Наличие банка данных, статистической информации о выявляемых дефектах позволит вырабатывать более обоснованные методы диагностирования. Этому способствовал бы и выбор представителей типов сосудов для проведения глубоких исследований металла, динамики и условий изменений его прочностных свойств. Это также должно финансироваться сообща.

Как ближайшую задачу следова-

ло бы рекомендовать МЧС или Проматомнадзору принятие постановления, требующего от диагностирующих организаций, чтобы каждый отчет по результатам диагностирования содержал бы расчет остаточного ресурса сосуда, а не просто произвольное его назначение. А резервы по срокам службы, эксплуатируемые сосуды имеют немалые.

Многие отработали по два и более назначенных срока. Из всех аварий, происшедших за последние 15 лет в Беларуси, только один сосуд – упомянутый выше разварник на спиртзаводе, разрушился от усталости металла и главной причиной была постоянная, в течение 20 лет, вибрация его от отсутствия крепления на опорах. Все другие аварии происходили от нарушения технологического режима эксплуатации.

Это позволяет надеяться, что при квалифицированном выполнении технического диагностирования реально не допустить запредельных сроков работы сосудов, достаточно точно прогнозировать длительность их безопасной эксплуатации без излишних перестраховочных работ по контролю металла, сварных соединений и без аварий.

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДЫМОВЫХ ТРУБ КОТЕЛЬНЫХ И ПРИЧИНЫ ИХ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ

По данным академика И.В. Петрянова-Соколова для производственных нужд ежегодно в мире сжигается примерно 2,5 млрд. тонн каменного угля, 1,5 млрд. тонн нефтепродуктов и большое количество других горючих материалов.

Продукты сгорания эвакуируются в атмосферу посредством дымовых и вентиляционных труб, основной задачей которых является их рассеивание в окружающей среде до пределов, допускаемых санитарными нормами. Эффективность работы дымовых труб определяется их высотой, конструкцией газоотводящего ствола, выходной скоро-



*В.М. Телегин, нач. отдела
обследования строительных
конструкций ГП "СТРОЙ-
ТЕХНОРМ"*

стью, температурой и составом отводимых газов, а так же их техническим состоянием.

В связи с тем, что дымовые трубы работают в сложных условиях при наличии большого числа неблагоприятных факторов, техническое состояние их довольно быстро ухудшается.

Так, скорость разрушения бетона ствола от коррозии на теплоэлектростанциях при работе котлоагрегатов на высокосернистом мазуте составляет 2-6 мм в год при наличии футеровки на кислотоупорном растворе.

Разрушения дымовых труб при-