

КАЧЕСТВО, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, КОНТРОЛЬ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Материалы 16-й Международной научно-практической конференции
(20–23 сентября 2016 г., г. Одесса)

Научные направления конференции:

- Построение национальных систем технического регулирования в условиях членства в ВТО и ЕС: теория и практика
- Процессно-ориентированные интегрированные системы управления: теория и практика
- Стандартизация, сертификация, управление качеством в промышленности, электроэнергетике, сельском хозяйстве и сфере услуг
- Внедрение стандартов ДСТУ 9001:2009 в высших учебных заведениях, медицинских учреждениях и органах государственной службы
- Метрологическое обеспечение и контроль качества продукции в промышленности, электроэнергетике, сельском хозяйстве и сфере услуг
- Обеспечение качества и конкурентоспособности продукции (услуг) на внутреннем и внешнем рынке
- Внедрение информационных технологий в процессы адаптации, сертификации и управления качеством
- Проблемы гармонизации законодательной и нормативно-технической документации

ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СВАРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

*Бондаренко Ю.К. Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины,
Билокур И.П., Медведева Н.А. Национальный виационный университет, Киев, Украина*

Для Украины чрезвычайно важен вопрос определения остаточного срока службы трубопроводов после длительной эксплуатации. Для его решения используется целый ряд методов

НК, технологических процессов сварки и подходов при ремонте. Главной их особенностью является ориентация на конкретные соединения и конкретные методы сварки, НК и ТД для сокращения риска как нежелательного обстоятельства во время реализации проекта ремонта и монтажа трубопроводов.

До недавнего времени проблема построения комплексной системы мониторинга и оценки риска эксплуатации трубопроводов не анализировалась. Известно, что стандарт ISO 9004-2 дает ключ к решению проблемы построения системы оказания услуг, для определения остаточного ресурса.

Целью статьи является описание разработки системы мониторинга состояния трубопроводов после длительной эксплуатации и оценка рисков возникновения опасных событий (аварий).

В процессе сварки и последующего охлаждения в сварном соединении протекают сложные термомеханические процессы, обуславливающие образование деформаций и временных напряжений, которые после охлаждения переходят в остаточные. Эти напряжения существенным образом влияют на эксплуатационно-технологические показатели [1–3].

На основе анализа деформационно-силовых процессов, протекающих при сварке трубопровода, была предложена система мероприятий, ориентированная на снижение отрицательного влияния сварочных напряжений и деформаций [2].

С целью снижения риска возникновения аварии, для разработки корректирующих воздействий и совершенствования процесса сварки была предложена система мониторинга состояния трубопровода [4]. Управление риском при этом является неотъемлемой частью организационных процессов [14].

При мониторинге рекомендуется следующая последовательность этапов:

1. Разработка системы качества при испытаниях трубопроводов с учетом категории сварных конструкций.

2. Определение перечня недопустимых дефектов и необходимых нормативных документов (НД) для испытаний.

3. Разработка каждого этапа процедуры мониторинга:

- входной контроль и испытание трубопровода с учетом уровня неразрушающего контроля, выполняемого испытательной лабораторией (ИЛ), отвечающих определенным требованиям НД (рис. 1).

- технологический контроль и испытание параметров трубопровода в процессе монтажа или ремонта.

- испытания состояния трубопровода после ремонта.

4. Разработка комплекса предупреждающих и корректирующих действий в процессе сварки, при монтаже или ремонте трубопровода (рис. 2.) на основе испытаний технологических процессов сварки [5].

5. Проведение мониторинга состояния трубопровода по п.3 с учетом разработанных этапов 1, 2, 4.

6. Проведение идентификации сварного трубопровода, предназначенной для сдачи Потребителю, и составление протоколов испытаний, регистрация.

7. Сдача трубопровода Потребителю после завершения монтажа, ремонта, испытаний и регистрации протоколов.

8. Анализ результатов мониторинга технического состояния трубопровода и, при необходимости, пересмотр (улучшение) системы мониторинга и технологии сварки [5] с целью повы-

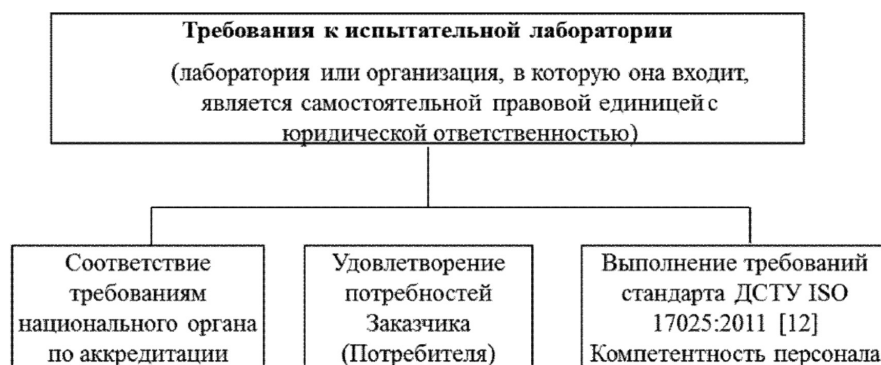


Рис. 1. Требования к ИЛ согласно стандарту ISO 17025 [12]

шения эффективности и объективности анализа риска эксплуатации.

9. Анализ результатов оценки и пересмотр процедур сварки, НК и ТД по результатам испытаний с учетом риска возникновения критических последствий.

Мониторинг технического состояния сварного трубопровода обычно выполняется группой, состоящей из экспертов и специалистов, прошедших определенную процедуру подготовки и оценки компетентности (рис. 3). Для повышения качества их работы представляется целесообразным использование экспертной системы, учитывающей знания, опыт технических экспертов и специалистов для возможности анализа риска [1, 9, 10].

Основными методами работы технического

эксперта, являются [4,11]:

- наблюдение за состоянием сварного трубопровода;
- опрос персонала в организации;
- идентификация опасности и предварительная оценка последствий нежелательных событий;
- сбор объективных данных о состоянии конструкции, в частности путем проведения испытаний;
- оценка величины риска;
- анализ результатов испытаний сварного трубопровода после длительной эксплуатации;
- проверка результатов анализа;
- документальное обоснование;
- корректировка результатов с учетом последних данных испытаний.

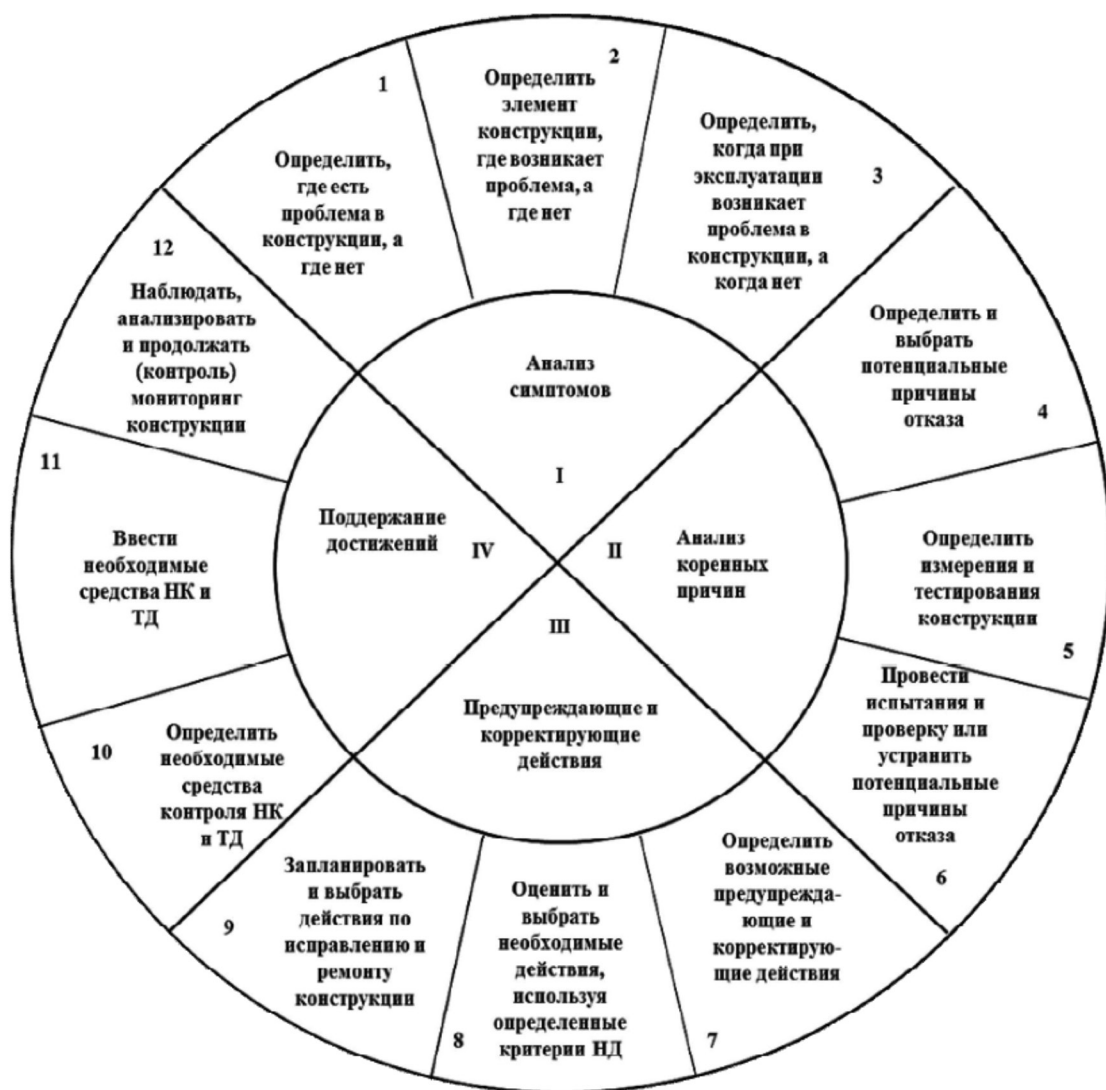


Рис. 2. Комплекс корректирующих и предупреждающих действий в процессе монтажа и ремонта трубопроводов [4–8]

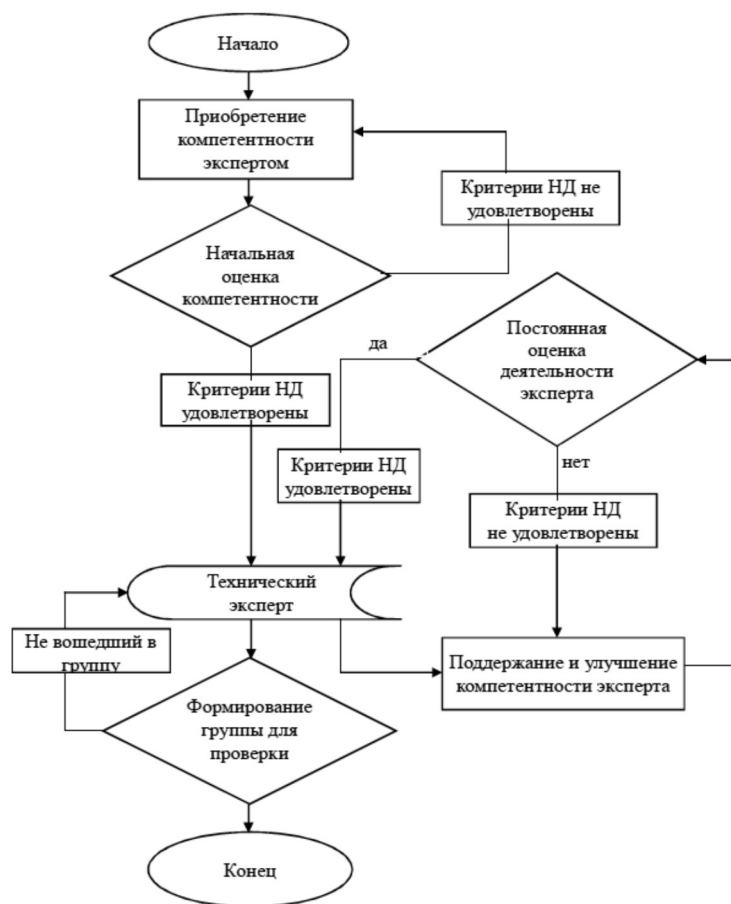


Рис. 3. Алгоритм подготовки и оценивания компетентности технического эксперта для выполнения мониторинга состояния трубопроводов с целью сокращения риска Потребителя [4, 11]

Обязательным требованием к экспертному доказательству, полученному в результате мониторинга, являются достоверность и достаточность. Данные считаются достоверными, если они вызывают доверие экспертов и специалиста НК и ТД. Достаточность при этом определяется методиками испытаний (валидация) и компетентностью экспертов и специалиста [4, 12].

На производстве выполнение требования постоянного улучшения при мониторинге состояния сварного трубопровода вызывает затруднения при недостаточной компетентности персонала ИЛ. Рекомендуется использовать концепцию и методологию, исключающую возможность негативных последствий от недостоверных результатов испытаний и измерений. Вероятность отклонения от достоверного результата или события обусловлен риском, который описан в [4,13].

Риск – сочетание вероятности события и его последствий [8].

При анализе необходимо учесть, что суще-

ствуют различные виды рисков в технике:

а) риск Поставщика (изготовителя) и Потребителя (заказчика). Связан с размером возможного ущерба после аварии;

б) риск как нежелательное обстоятельство, которое возможно при реализации проекта (не уложиться в предусмотренные сроки и/или объемы финансирования) монтажа, ремонта и эксплуатации сварного трубопровода;

в) риск наступления критических последствий после длительной эксплуатации сварного трубопровода конструкций (учитывается вероятность наступления критических событий и размеры возможного ущерба). Под критическим событием понимают критический отказ.

Для координации действий руководства при мониторинге технического состояния трубопроводов рекомендуется применять менеджмент риска. При этом систематически используют анализ информации, полученной при испытаниях и измерений сварного трубопровода, с целью определения источников несоответствия и проведение количественной оценки риска потребителя.

Процесс корректировки и внедрения предупреждающих действий (см. рис. 2), связан с риском и направлен на минимизацию негативных и максимальное использование позитивных последствий, полученных при мониторинге состояния сварного трубопровода.

Циклический процесс окончательного анализа риска при мониторинге сварного трубопровода включает шесть этапов [1].

При проведении испытаний сварного трубопровода рекомендуется реализовать следующие этапы при анализе риска:

- определить в трубопроводе возможные дефекты сварных швов, изучить причины, механизмы, условия возникновения и развития;
- определить возможные последствия возникновения макродефектов, провести качественный анализ опасности дефектов и (или) количественную оценку их критичности (риск);
- составить и периодически корректировать перечень критичных элементов сварного трубопровода и применяемых технологических про-

цессов сварки, НК и ТД при монтаже, ремонте и контроле;

- выработать рекомендации по внесению изменений в конструкцию трубопровода и (или) технологию эксплуатации конструкции трубопровода, его составных частей, направленные на снижение вероятности и (или) тяжести последствий (риск) возникновения макро дефектов, оценить эффективность ранее проведенных ремонтных работ сварных швов;

- оценить достаточность предусмотренных контрольно-диагностических и корректирующих (профилактических) операций, направленных на предупреждение появления дефектов в сварном трубопроводе;

- проанализировать правила поведения персонала в аварийных ситуациях, обусловленных появлением возможных дефектов, предусмотрен-

ных эксплуатационной документацией. При этом выработать предложения по совершенствованию мониторинга и методик измерений или внесению соответствующих изменений в эксплуатационную документацию при отсутствии правил поведения персонала;

- провести последовательный анализ возможных ошибок персонала эксплуатируемого трубопровода и оценить их возможные последствия, выработать предложения по совершенствованию конструкции трубопровода и введению дополнительных средств защиты от ошибок персонала, а также по совершенствованию документированных процедур и процессов мониторинга.

Проблему оценки сварных трубопроводов после длительной эксплуатации рекомендуется решать после мониторинга состояния сварных швов и испытаний с помощью экспертной системы (рис. 4).

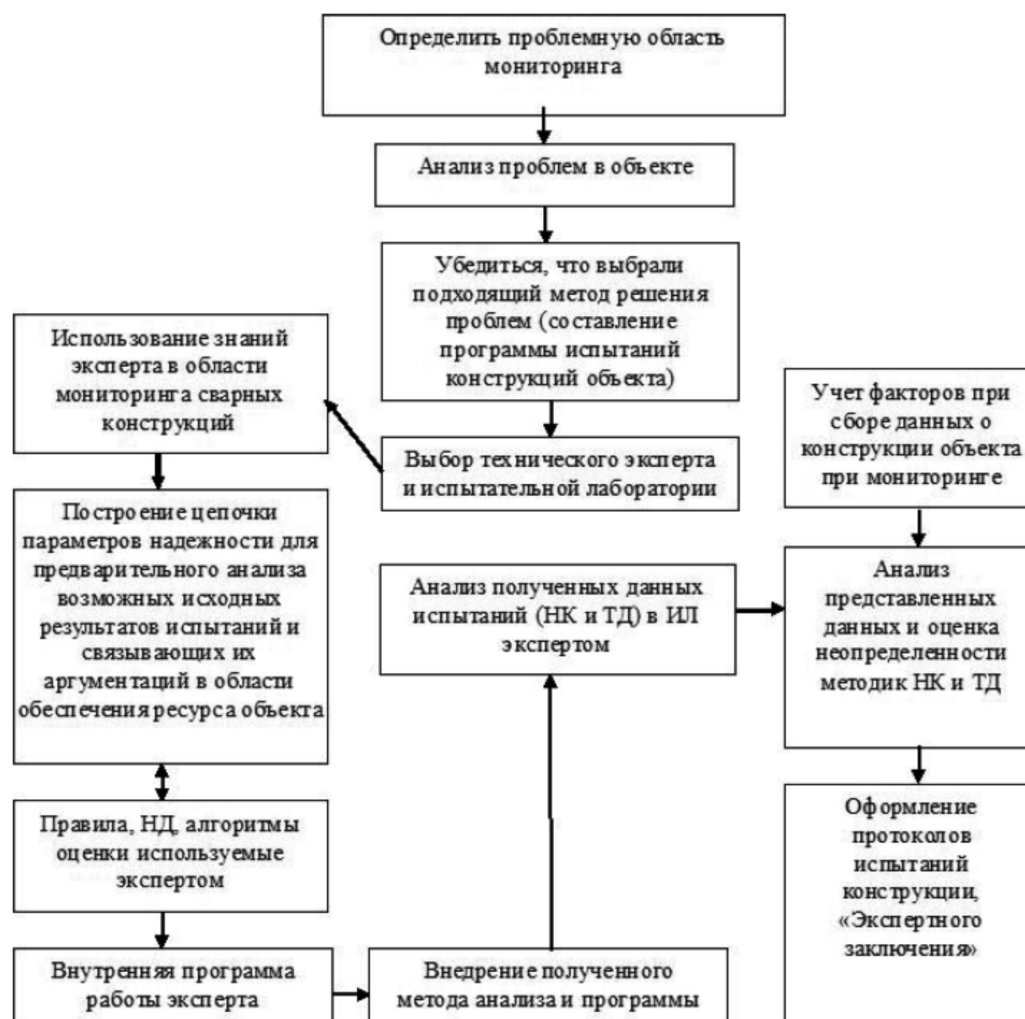


Рис. 4. Анализ результатов мониторинга сварных конструкций для экспертной системы [4]

Для повышения достоверности испытаний сварного трубопровода, оценки состояния рекомендуется дополнительно использовать твердомертию в сочетании с другими методами НК и ТД (магнитный, ультразвуковой, рентгеновский, визуально-оптический) на основе требований НД [6, 7].

При наличии корреляционных зависимостей между твердостью и другими механическими характеристиками можно судить о прочности и надежности отдельных зон сварного трубопровода после длительной эксплуатации, о степени неоднородности механических свойств сварных соединений при деградации материала (определение остаточного ресурса сварного трубопровода и риска при эксплуатации Потребителем) [2, 4, 15].

Выводы

1. Мониторинг – постоянная проверка, надзор, критическое наблюдение или определение состояния с целью идентификации изменения от-

носительно требуемого или ожидаемого уровня качества, указанного в НД.

2. В результате исследований, анализа и мониторинга состояния трубопровода и испытаний ответственных узлов конструкции предложены методики поэтапного анализа риска, возникающего при ремонте и эксплуатации ответственных участков после длительной эксплуатации для оценки соответствия нормативным документам.

3. Для анализа результатов испытаний рекомендуется применять систему управления рисками, содержащую процедуры испытаний, обработки информации о состоянии сварной конструкции и выявление факторов, обуславливающих риск и слабые звенья в трубопроводе.

4. При анализе рисков рекомендуется использовать как стандартные методы расчета надежности, так и результаты мониторинга состояния трубопроводов, когда учитываются критические отказы с целью предотвращения аварии объекта в целом.

Литература

1. ДСТУ ІЕС 60812:2015 Методи аналізування надійності систем. Аналіз наслідків видів відмов (FMEA)
2. Зб. наук. ст. за результатами, отриманими в 2004-2006 р.р. Цільова комплексна програма НАН України „Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин”. Наук. керівник – акад. Б.Є. Патон. – К.: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 2006. – 589 с.
3. Зб. наук. ст. „Забезпечення якості та безпеки в зварювальному виробництві. – К.: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, ДП НТЦ „СЕПРОЗ” НАН України, 2007. – 194 с.
4. Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики: Мат. 15 Юбилейной ежегод. междунар. конф., 1–5 октября 2007 г., г. Ялта. – К.: Укр. информ. центр. „Наука. Техника. Технология”, 2007. – 381 с.
5. ДСТУ 3951.3 (ISO 9956) Технічні умови та процедура підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання металевих матеріалів. - К.: Держспоживстандарт України. – 38 с.
6. ДСТУ ISO 17637:2008 Неруйнівний контроль зварних швів. Візуальний контроль зварних з'єднань, виконаних зварюванням плавленням. – К.: Держспоживстандарт України. – 10 с.
7. ДСТУ ISO 14731:2008 Координація зварювальних робіт. Завдання та відповідальність. – К.: Держспоживстандарт України. – 6 с.
8. ДСТУ ISO Guide 73:2013 Керування ризиком. Словник термінів.
9. ДСТУ ISO 19011 Настанова що до здійснення аудитів систем управління якістю і/або екологічного управління. – К.: Держспоживстандарт України. – 24 с.
10. НПАОП 28.52-1.31-13 Правила охорони труда при сварке металлов.
11. Закон України “Про відповідальність за шкоду, завдану внаслідок дефекту продукції. – Київ, 19 травня 2011 р. №3390-VI
12. ДСТУ ISO/IEC 17025-2011 Загальні вимоги до компетентності випробувальних лабораторій. – К.: Держспоживстандарт України. – 66 с.
13. Крюков И., Шадрин А. Менеджмент риска как инструмент постоянного улучшения // Стандарты и качество. – 2006. – № 2. – С 74–77.
14. ДСТУ ISO 31000:2014 Менеджмент ризиків. Принципи та керівні вказівки.
15. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. – М.: Машиностроение, 1979. – 189 с.