

**Федеральное агентство по образованию
Российской Федерации
ГОУ ВПО "Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева"**

Новомосковский институт (филиал)

Лукьяница А.И., Козлов А.М., Афанасьева Г.А.

**Диагностирование
технического состояния
и определение остаточного ресурса
технологического оборудования
химических производств**

Учебное пособие

**Новомосковск
2010**

УДК 66.02 – 5
ББК 30.82
М 545

Рецензенты:

Генеральный директор Самсонов М.У.
(ОАО "Новомосковскремэнерго"),
кандидат технических наук, доцент Семочкин И.И.
(НИ (филиал) ГОУ ВПО «РХТУ им. Д.И.Менделеева»)

Лукияница А.И., Козлов А.М., Афанасьева Г.А.

М545 "Диагностирование технического состояния и определение остаточного ресурса технологического оборудования химических производств". Учебное пособие для студентов специальности 240801 "Машины и аппараты химических производств" / ГОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», Новомосковский институт (филиал); Новомосковск, 2010. - 52 с.

В пособие включены и систематизировано изложены работы, выполняемые по техническому диагностированию и оценке остаточного ресурса, входящие в Систему экспертизы промышленной безопасности, созданной Госгортехнадзором России. Студентам старших курсов и молодым специалистам пособие поможет осознанно участвовать в организации и проведении экспертного обследования оборудования при выполнении лабораторных работ, во время производственных практик и работе на промышленных объектах химических производств, использовать отдельные разделы пособия при выполнении курсовых и дипломных проектов.

УДК 66.02 - 5
ББК 30.82

© Лукияница А.И., Козлов А.М., Афанасьева Г.А., 2010

© ГОУ ВПО "Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева",
Новомосковский институт (филиал), 2010

Введение

Многие акционерные компании-владельцы оборудования, работающие в химической и других отраслях промышленности, отказываются от ранее действующей системы технического обслуживания и ремонта оборудования, в основу которой был положен метод планово-периодического ремонта, и переходят на другие системы восстановления рабочего состояния оборудования, например, внедряют систему послеосмотрового ремонта.

Это потребовало кардинального изменения подхода к оценке работоспособности оборудования, его технического состояния с точки зрения обеспечения промышленной безопасности, особенно в химических, взрывоопасных производствах. Был принят Федеральный закон №116-ФЗ от 21.07.97 г. "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", разработаны правила, положения и методические указания, регламентирующие устройство и эксплуатацию, проектирование и изготовление оборудования для опасных объектов, проведение диагностирования его технического состояния и остаточного срока службы [1-6].

Основываясь на этих материалах, написано данное учебное пособие, предназначенное для студентов старших курсов специальности 240801 "Машины и аппараты химических производств".

1. Общие положения

1.1. В настоящем пособии приведена методика оценки технического состояния, которая распространяется на оборудование, которое:

- выработало назначенный или расчетный ресурс, установленный предприятием-изготовителем;
- не имеет назначенного (расчетного) ресурса и находится в эксплуатации 20 и более лет;
- не имеет назначенного (расчетного) ресурса и за время работы накопило 1000 и более циклов нагружения;
- временно находилось под воздействием параметров, превышающих предельно допустимые, установленные нормативными документами для материалов, из которых изготовлены основные несущие элементы оборудования, например, при пожаре или авариях;
- требует оценки остаточного ресурса по мнению владельца оборудования или органа Ростехнадзора.

1.2. Техническое оборудование химических и других производств в большинстве случаев подвергается одному или нескольким механизмам повреждения:

- общей поверхностной коррозии:

- циклическому режиму силового или термосилового воздействия;
- водородной коррозии;
- ползучести металла;
- коррозионному растрескиванию;
- межкристаллитной коррозии (МКК);
- изменению химического состава металла;
- изменению механических свойств металла.

1.3. За определяющие параметры технического состояния (ПТС) оборудования принимается совокупность характеристик материала, коэффициентов запаса прочности, технологических условий эксплуатации.

1.4. Оценка определяющих ПТС и доминирующего механизма повреждения производится экспертом по результатам анализа материалов технического диагностирования оборудования.

1.5. Остаточный ресурс измеряется в единицах времени или числом циклов нагружения.

1.6. Работы по техническому диагностированию оборудования выполняются по Программе, которая должна быть составлена и утверждена Исполнителем и согласована с Заказчиком до начала производства работ.

1.7. Выполнение работ по техническому диагностированию и оценке остаточного ресурса оборудования, доминирующим механизмом которого является общая коррозия, производится по Типовой программе ((Приложение 1).

1.8. При других механизмах повреждения должна быть составлена и утверждена Программа работ по диагностированию, которая составляется на базе Типовой программы с учетом специфических условий эксплуатации диагностируемого оборудования (наиболее характерные см. Приложения 2-4).

1.9. Программа работ по диагностированию оборудования, работающего в средах аммиака, водородосодержащих средах, в условиях ползучести материала, а также многослойных сосудов высокого давления, составляется с учетом рекомендаций, содержащихся в [6].

1.10. Программа технического диагностирования оборудования, которое находилось под воздействием параметров, превышающих предельно допустимые для материалов его основных элементов, должна быть согласована с территориальным органом Ростехнадзора.

2. Организация проведения экспертного обследования технического состояния оборудования

2.1. Организация проведения работ по техническому диагностированию оборудования с целью оценки его остаточного ресурса возлагается на предприятие-владельца оборудования.

2.2. Техническое диагностирование и оценку остаточного ресурса технологического оборудования с целью выдачи Заключения выполняют предприятия, имеющие лицензию органов Ростехнадзора на проведение данного вида работ.

2.3. К выполнению отдельных видов работ организация, выполняющая техническое диагностирование оборудования, может привлекать специалистов, приборы и оборудование других организаций. Эти специалисты должны быть аттестованы в соответствии с действующими нормами по промышленной безопасности (ПБ), а оборудование и приборы – проверены государственными органами по стандартизации и метрологии.

2.4. Заключение об остаточном ресурсе сосудов (аппаратов), отработавших два и более сроков эксплуатации, а также сосудов (аппаратов), оценка остаточного ресурса которых производится после аварий, должно быть выдано специализированной организацией.

2.5. Техническое диагностирование, проводимое с целью получения информации о реальном техническом состоянии технологического оборудования, наличия в нем повреждений, выявления причин и механизмов их возникновения и развития, может включать следующие виды работ:

- 1 – изучение эксплуатационно-технической документации;
- 2 – наружный и внутренний осмотры;
- 3 – оценку геометрической формы основных несущих элементов оборудования;
- 4 – толщинометрию;
- 5 – измерение твердости металла основных несущих элементов оборудования;
- 6 – неразрушающий контроль сварных соединений и основного металла;
- 7 – определение химического состава металла основных несущих элементов;
- 8 – оценку металлографических структур;
- 9 – вырезку пробы металла с целью его детального исследования;
- 10 – специальные виды контроля;
- 11 – поверочный прочностной расчет основных несущих элементов оборудования;
- 12 – испытания на прочность и плотность.

Работы, перечисленные в п.п. 1-6 и 11, носят обязательный характер. Работы п.п. 7-10 проводятся по решению эксперта. Испытание, предусмотренное п. 12, по решению эксперта может не проводиться, если после последнего проведенного испытания прошло не более 4-х лет.

2.6. Конкретный объем работ, выполняемый при диагностировании, определяется Программой технического диагностирования, которая составляется до начала производства работ.

2.7. Для проведения технического диагностирования оборудование должно быть остановлено, освобождено от продукта, оглушено и подготовлено к безопасному ведению работ в соответствии с правилами по промышленной безопасности. Все подготовительные работы выполняются владельцем оборудования.

3. Анализ эксплуатационно-технической документации

3.1. Анализ эксплуатационно-технической документации имеет целью детальное ознакомление с конструктивными и эксплуатационными особенностями оборудования, характером его износа, а также с объемами и причинами, вызвавшими ранее выполненные ремонтные работы, что позволяет сделать предварительную оценку доминирующего механизма повреждения оборудования.

3.2. Эксплуатационно-техническая документация включает в себя:

- паспорт;
- чертежи;
- схему включения оборудования в работу с указанием рабочих параметров;
- технологический регламент;
- исполнительную ремонтную документацию;
- результаты технического освидетельствования и предыдущего технического диагностирования;
- коррозионную карту;
- предписания территориального органа Ростехнадзора или службы надзора предприятия;
- прочие материалы, характеризующие техническое состояние оборудования.

3.3. Анализ эксплуатационно-технической документации позволяет:

- установить предприятие-изготовитель, регистрирующий орган, даты изготовления, регистрации и ввода в эксплуатацию;
- получить информацию о конструктивных особенностях оборудования, размерах, материалах несущих элементов, а также о результатах контроля качества и испытания оборудования после изготовления и в процессе эксплуатации;
- оценить соотношение проектных технических характеристик и фактических ремонтных параметров, а также характер реальных эксплуатационных нагрузок (статический, малоцикловый, циклический);
- установить фактическую продолжительность эксплуатации оборудования в единицах времени или циклов нагружения;

- проанализировать результаты технических освидетельствований, данные об имевших место повреждениях или авариях и выполненных ремонтах.

3.4. Основные сведения, полученные по результатам анализа эксплуатационно-технической документации, отражаются в Заключении по результатам технического диагностирования.

4. Наружный и внутренний осмотры

4.1. Наружный и внутренний осмотры имеют целью выявление поверхностных дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации или ремонта диагностируемого оборудования: поверхностные трещины, коррозионный и эрозионный износ, расслоения металла, изменение геометрических форм основных несущих элементов оборудования типа выпучин, вмятин, вздутий, гофров и т.п.

4.2. Результаты осмотра служат основой для эффективного распределения зон ультразвукового контроля толщины стенок, назначения контрольных участков для дефектоскопии, оценки выявленных отклонений геометрической формы элементов оборудования.

4.3. При проведении осмотра необходимо обратить внимание на:

- следы пропуска продукта на основном металле и сварных швах;
- нарушения целостности наружного и внутреннего защитных покрытий, изоляции;
- места возможного попадания воды, влажных газов, пара на наружную поверхность оборудования из аустенитных сталей ввиду опасности образования в этих местах коррозионных трещин;
- наличие на наружной и внутренней поверхности отдулин (вздутий) на оборудовании, работающем с водородом и сероводородом;
- характер и интенсивность коррозионного износа оборудования.

4.4. Тщательному осмотру подлежат те участки внутренней поверхности аппарата, где вероятнее всего возможен максимальный коррозионный и эрозионный износ: застойные зоны, места скопления жидкости и продуктов коррозии, зоны раздела фаз "газ - жидкость", места изменения направления потоков, зоны, прилегающие к входным и выходным штуцерам.

4.5. Необходимость и объем демонтажа защитных покрытий, тепловой изоляции и футеровки при проведении осмотра определяет эксперт, проводящий диагностирование. При этом обязательно удалению подлежат участки внутренних покрытий и футеровки с нарушенной целостностью покрытия.

4.6. В случае необходимости, для повышения достоверности результатов осмотра, могут применяться оптические линзы, зеркала, средства подсветки и специальные оптические приборы для осмотра труднодоступных мест.

Повышение надежности результатов осмотра может быть достигнуто зачисткой отдельных участков поверхности абразивными инструментами и травлением.

5. Оценка геометрической формы

5.1. Выявленные при осмотре участки поверхности, имеющие отклонения геометрической формы, должны быть промеряны с целью установления границ деформированного участка, величины деформации, оценки относительной овальности или прямолинейности.

5.2. Выявленные дефектные участки с результатами замеров должны быть нанесены на схему сосуда.

5.3. Замеры локально деформированных участков производятся мерительными инструментами, обеспечивающими погрешность замера не более ± 1 мм.

6. Толщинометрия

6.1. Толщинометрия имеет целью получение количественной характеристики, позволяющей оценить степень коррозионно-эрозионного износа оборудования, и производится для всех его несущих элементов (обечаек корпуса, днищ, горловин, люков-лазов, патрубков штуцеров, крышек, заглушек). При этом толщинометрия в первую очередь производится на участках поверхности, на которых при осмотре выявлены видимые следы коррозии.

Конкретные места (точки) замеров толщины элементов сосудов и их количество устанавливаются экспертом, выполняющим диагностирование. При отсутствии видимых следов износа обязательной толщинометрии должны подвергаться не менее трех участков поверхности на цилиндрической части корпусов и днищах сосудов (аппаратов). Минимальное количество замеров на горловинах и крышках люков-лазов, штуцерах и заглушках определяет эксперт. При этом на участках поверхности, на которых при осмотре выявлен значительный коррозионный износ, замер толщины стенок производится по сетке с размером квадрата, обеспечивающим надежную оценку толщины стенки.

Результаты замеров толщины стенки на каждом участке должны оцениваться не менее чем по трем замерам.

6.2. Для измерения толщины стенки должны применяться приборы, обеспечивающие погрешность не более чем $\pm 0,1$ мм.

6.3. Участки поверхности, на которых выполнялись замеры толщины стенки, должны быть нанесены на схему сосуда, а минимальные из полученных на каждом участке значений приведены в таблице.

7. Измерение твердости металла

7.1. Измерение твердости металла основных несущих элементов оборудования и их сварных соединений имеет целью проведение косвенной оценки прочностных характеристик металла и выявление оборудования или отдельных его участков с явно выраженным отклонением прочностных характеристик от стандартных значений.

7.2. Конкретные участки поверхности и сварных соединений для замера твердости и их количество определяет эксперт и, как правило, производится на участках, подготовленных для замера толщины стенки. При этом на каждом контролируемом участке должно быть сделано не менее трех замеров, а за результат принимается их среднеарифметическое значение.

7.3. Измерение твердости обязательно в каждом случае, когда возникает сомнение в соответствии применяемого при ремонте или изготовлении металла предусмотренному конструкторской документацией, а также в случае воздействия на металл (в результате нештатных ситуаций) механических или тепловых нагрузок, превышающих допускаяемые для данного материала.

При проверке твердости сварного соединения рекомендуется выполнять замеры твердости наплавленного металла шва и основного металла в околошовной зоне.

7.4. Измерение твердости рекомендуется производить неразрушающим методом с помощью переносных твердомеров, пригодных для проведения замеров на слабо искривленных поверхностях. Подготовка поверхности должна производиться до класса чистоты, предусмотренного паспортом прибора.

При возникновении сомнений в полученных результатах рекомендуется произвести не менее двух дополнительных замеров на расстоянии 20-50 мм от точек, в которых получен неудовлетворительный результат. Эксперт может увеличить количество дополнительных замеров.

7.5. Места замеров твердости металла должны быть нанесены на схему сосуда, а результаты приведены в таблице.

8. Оценка металлографических структур

8.1. Контроль металлографических структур имеет целью выявление их изменений, связанных с условиями эксплуатации оборудования, что, в совокупности с результатами контроля твердости металла, позволяет установить соответствие фактических характеристик металла требованиям действующих нормативных документов.

8.2. Контроль металлографических структур рекомендуется производить неразрушающими методами – методом "реплик" или просмотром переносным микроскопом. Количество точек контроля определяет эксперт.

8.3. Металлографический контроль металла несущих элементов конструкций обязателен в следующих случаях:

- если замеры твердости не соответствуют нормативным значениям;
- если оборудование подвергалось воздействию огня в результате пожара, аварии или стихийного бедствия;
- если при температуре эксплуатации металла возможны изменения его физико-механических свойств и микроструктуры;
- если в проектной документации есть требования по термообработке сосуда, а в паспорте сведения о ее проведении отсутствуют.

8.4. Результаты контроля микроструктуры служат одним из оснований при решении вопроса о необходимости контрольной вырезки металла.

8.5. Места контроля микроструктуры должны быть нанесены на схему сосуда, а выводы исследований микроструктуры должны быть включены в Заключение экспертизы.

9. Неразрушающий контроль

9.1. Неразрушающий контроль основного металла и сварных соединений при техническом диагностировании сосудов имеет целью выявление дефектов, образовавшихся под воздействием условий эксплуатации или при ремонтах, и может производиться визуальным и измерительным методами, капиллярной, магнитопорошковой и ультразвуковой дефектоскопией, а также рентгеновской и гамма-графированием. Контроль сварных соединений должен производиться не менее чем двумя неразрушающими методами контроля.

9.2. Визуальному контролю подвергаются все сварные соединения в доступных местах. Результаты визуального контроля служат основанием для проведения измерительного контроля, назначения объема и участков, которые должны быть подвергнуты другим методам дефектоскопии.

9.3. Контроль методами капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии имеет целью выявление наличия, размеров и ориентации поверхностных и подповерхностных дефектов, а также для контроля угловых сварных соединений, недефектоскопичных ультразвуковым методом.

При этом обязательному контролю подлежат:

- зона шириной 100-150 мм в пограничных местах расположения локальных потенциально опасных дефектов формы (вмятин, выпучин, отдулин, гофров);
- в объеме 100% подлежат контролю сварные соединения в зоне локальных дефектов;

- в удвоенном объеме сварных соединений сосудов, работающих в режиме циклического или термосилового нагружения, в условиях ползучести, в условиях коррозионного растрескивания.

9.4. Для каждого сосуда, работающего под давлением выше 0,07 МПа и под вакуумом, должно быть назначено не менее двух контрольных участков стыковых и не менее одного участка угловых сварных соединений.

Для сосудов, работающих под давлением ниже 0,07 МПа, необходимость контроля устанавливает эксперт.

9.5. Если на контрольном участке выявлены дефекты, то эксперт назначает дополнительные участки, которые контролируются тем же методом. В случае выявления дефектов на дополнительном участке, контроль подвергаются 100% сварных соединений сосуда.

9.6. Результаты всех видов контроля оформляются соответствующим заключением. Рекомендуемые формы заключений приведены в Приложениях 6-8.

10. Специальные виды контроля

10.1. Специальные методы контроля (тензометрирование, термография, акустическая эмиссия и др.) привлекаются для оценки технического состояния оборудования в случаях:

- если такой вид контроля предусмотрен нормативно-технической документацией или конструкторской документацией автора проекта или завода-изготовителя;
- если необходимость такого контроля обусловлена результатами, полученными в ходе технического диагностирования.

10.2. Результаты специального контроля прилагаются к Заключению экспертизы.

11. Определение химического состава металла

11.1. Определение химического состава металла основных несущих элементов диагностируемого оборудования производится в случаях отсутствия в эксплуатационно-технической документации сведений о применяемых материалах, а также в случаях, когда результаты измерения твердости и металлографического анализа ставят под сомнение соответствие применяемого материала указанному в эксплуатационно-технической документации.

11.2. Химический состав определяется методами химического или спектрального анализа.

11.3. Для определения химического состава материала аналитическими методами отбирается стружка на предварительно зачищенных участках наружной поверхности контролируемого оборудования. Отбор стружки производится путем сверления отверстий диаметром не более 5 мм и на глубину не более 5 мм.

11.4. Материалы по исследованию химического состава прикладываются к Заключение по экспертизе.

12. Вырезка контрольной пробы металла

12.1. Вырезка контрольной пробы металла производится с целью проведения исследования металла для оценки изменений его физико-механических свойств под воздействием условий эксплуатации и, в зависимости от предполагаемого объема исследований, может быть следующих типоразмеров:

- квадрат со стороной, равной ~600 мм;
- диаметром 30÷50 мм;
- пробка диаметром 30÷50 мм.

12.2. Контрольная вырезка в форме квадрата позволяет определить химический состав металла, изготовить образцы и провести полный комплекс механических испытаний и металлографических исследований металла и сварного соединения.

Контрольная вырезка в виде круга позволяет определить химический состав металла, проверить статические прочностные характеристики металла и выполнить металлографические исследования.

Контрольная вырезка в виде пробки позволяет определить химический состав металла, провести металлографические исследования и проверить распределение твердости по толщине стенки.

12.3. Необходимость проведения контрольной вырезки металла, количество вырезок, их тип и конкретное положение на поверхности корпуса диагностируемого оборудования определяет эксперт на основании результатов, полученных в ходе диагностирования сосуда (аппарата).

Основными причинами контрольной вырезки металла являются:

- неудовлетворительные результаты измерения твердости металла;
- изменения структуры металла, выходящие за пределы требований нормативно-технической документации на металл;
- воздействие на металл (в результате аварийных ситуаций) силовых и термических нагрузок выше допустимых, определяемых нормативно-технической документацией;
- выявление в процессе технического диагностирования дефектов, причины которых не могут быть установлены неразрушающими методами;

- отсутствие в технической документации сведений о применяемых марках сталей для изготовления или ремонта несущего элемента сосуда, а полученные результаты неразрушающего контроля и прочностных расчетов вызывают сомнения в надежности диагностируемого оборудования.

12.4. К месту вырезки предъявляются следующие требования:

- вырезка контрольной пробы должна производиться из участков поверхности корпуса, нагруженных силовыми и (или) термическими нагрузками, худшими по результатам визуального осмотра, имеющими дефекты или следы коррозионного износа;

- вырезку контрольной пробы в форме квадрата следует располагать таким образом, чтобы один из продольных сварных швов сосуда располагался вдоль одной из осей квадрата;

- место вырезки должно быть удобным для проведения работ по вырезке пробы металла и последующей сварке "латки".

12.5. На контрольной вырезке должны быть обозначены наружная и внутренняя поверхности и направление главной оси сосуда.

12.6. Контрольная проба металла в форме квадрата или круга может вырезаться либо огневым, либо безогневым способом. Вырезка в виде пробки производится только безогневым способом. В процессе вырезки не допускаются механические (ударные) воздействия на все поверхности пробки.

12.7. В месте вырезки контрольной пробы металла сваривается "латка" из аналогичной марки стали и толщины по технологии, не допускающей

появления дополнительных напряжений.

12.8. Результаты исследования контрольной пробы металла прилагаются к Заключению экспертизы.

13. Поверочный прочностной расчет основных несущих элементов оборудования

13.1. Поверочный прочностной расчет на статическую прочность основных несущих элементов диагностируемого оборудования производится в обязательном порядке.

Расчет на циклическую (малоцикловую) прочность производится в обязательном порядке для оборудования, эксплуатирующегося в циклическом режиме нагружения и отработавшего 1000 и более циклов нагружения.

Выбор элементов конструкции сосудов, подлежащих поверочному прочностному расчету, и метода расчета производит эксперт.

13.2. Поверочный расчет должен производиться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов (ГОСТ 14249, ГОСТ 24755, ГОСТ 25859 и т.п.) с учетом результатов технического диагностирования оборудования (фактических значений толщин стенок, размеров и расположения выявленных дефектов формы, результатов исследования металла и т.п.).

13.3. Результаты поверочного расчета являются составной частью экспертизы промышленной безопасности диагностируемого оборудования.

14. Гидравлическое (пневматическое) испытание

14.1. Гидравлическое (пневматическое) испытание пробным давлением производится только для оборудования, техническое состояние которого по результатам технического диагностирования признается удовлетворительным.

14.2. Испытание оборудования пробным давлением при техническом диагностировании является обязательным в случае, если:

- сроки технического диагностирования и технического освидетельствования, при которых должно выполняться гидравлическое испытание пробным давлением, совпадают;
- оборудование подвергалось ремонту, связанному со сваркой;
- испытание назначено экспертом, проводящим техническое диагностирование.

14.3. Испытание пробным давлением при техническом диагностировании по решению эксперта допускается не проводить, если техническое состояние сосуда оценивается как удовлетворительное, а по данным паспорта со дня проведения последнего испытания прошло не более 4-х лет.

14.4. Испытание оборудования пробным давлением проводится по нормам ПБ 03-576-03.

14.5. Техническое диагностирование оборудования засчитывается в качестве очередного технического освидетельствования.

15. Анализ результатов технического освидетельствования

15.1. Полученные в результате технического диагностирования данные по рабочим параметрам эксплуатации, геометрическим размерам, форме, материальному исполнению основных несущих элементов оборудования и свойствам металла следует сравнить с исходными (паспортными) данными, а допустимость выявленных отклонений оценить по действующим нормам, принятым Ростехнадзором, стандартами или техническими усло-

виями на изготовление диагностируемого оборудования, данными этого раздела или подтвердить расчетами.

15.2. Пригодность к дальнейшей эксплуатации диагностируемых сосудов (аппаратов) с локальными отклонениями геометрической формы, выходящими за предельно допустимые значения, определяются прочностными расчетами.

15.3. Полученные значения твердости переносными приборами для основного и наплавленного металла следует сравнить с допускаемыми значениями для соответствующих марок сталей [4,7].

15.4. Выявленные при диагностировании поверхностные дефекты, а также трещины всех видов и направлений, должны быть удалены механическим путем с плавным скруглением краев выборки. Полнота удаления трещин должна контролироваться методом капиллярной или магнитопорошковой дефектоскопии.

15.5. Выборки глубиной не более 20% исполнительной толщины элемента (но не более 3,5 мм) и протяженностью не более $0,25 \sqrt{D_0 S}$,

где D_0 и S – номинальный диаметр и исполнительная толщина стенки (мм) соответственно, допускается не заваривать.

15.6. Качество сварных соединений считается удовлетворительным, если при диагностировании не зафиксированы дефекты, превышающие допустимые, установленные ПБ-03-576-03.

15.7. Результаты металлографического контроля структуры металла должны отвечать требованиям стандартов на соответствующую сталь.

15.8. Прочностные характеристики металла (временное сопротивление и условный предел текучести) должны соответствовать требованиям стандартов на соответствующую марку стали.

16. Оценка работоспособности оборудования

16.1. Материалы технического диагностирования и их анализ служат основой для определения пригодности оборудования к дальнейшей

эксплуатации, сохранения или снижения его рабочих параметров и прогнозирования остаточного ресурса.

16.2. Оборудование считается пригодным к дальнейшей эксплуатации, если его основные несущие элементы имеют запасы прочности не ниже установленных нормативными документами:

- для статических условий нагружения по ГОСТ 14249

$n_T = 1,5$ – коэффициент запаса прочности по пределу текучести;

$n_B = 2,4$ – коэффициент запаса прочности по временному сопротивлению (пределу прочности);

$n_d = 1,5$ – коэффициент запаса прочности по пределу длительной прочности;

$n_n = 1,0$ – коэффициент запаса прочности по пределу ползучести.

- для малоцикловых условий нагружения по ГОСТ 25859

$n_N = 10$ – запас по числу циклов до разрушения;

$n_G = 2$ – запас по амплитудным напряжениям.

16.3. В случае, если условия, предусмотренные в п. 16.2. не выполняются, решается вопрос о выбраковке оборудования или переводе его на работу с пониженными рабочими параметрами. Величина допускаемого внутреннего давления [P] в этом случае определяется в зависимости от фактических механических свойств металла конструкции и фактической толщины стенки.

16.4. Пригодность к дальнейшей эксплуатации оборудования, подвергаемого дополнительному контролю (натурной тензометрии, термографии, АЭ-контролю и т.п.), определяется в соответствии с методиками, разработанными для данного вида контроля.

16.5. Пригодность к эксплуатации оборудования, имеющего дефекты формы, выходящие за пределы допустимых, предусмотренных [4] или техническими условиями на изготовление оборудования, подтверждаются результатами специальных расчетов [8].

17. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования

17.1. Прогнозирование остаточного ресурса производится только для оборудования, техническое состояние которого по результатам технического диагностирования оценивается как удовлетворительное.

17.2. Прогнозирование остаточного ресурса для каждого из основных несущих элементов оборудования осуществляется по установленному доминирующему механизму повреждения, играющему определяющую роль в исчерпании ресурса оборудования в процессе эксплуатации.

В качестве остаточного ресурса принимается минимальное значение ресурса оборудования из полученных для основных несущих элементов оборудования.

17.3. Оценка ресурса основных несущих элементов оборудования, эксплуатирующегося в условиях статического нагружения и основным повреждающим фактором для которого является общий коррозионно-эрозионный износ, выполняется по формуле:

$$T = \frac{S_{\phi} - S_{отб}}{a}$$

где T – расчетный ресурс, годы;

S_{ϕ} – фактическая толщина (минимальное значение из полученных при измерении толщины стенки) оцениваемого элемента по результатам диагностирования, мм;

$S_{отб}$ – отбраковочная толщина стенки оцениваемого элемента, мм;

a – скорость коррозии (эрозионного износа), мм/год.

Величину $S_{отб}$ назначает эксперт, исходя из результатов поверочного расчета с учетом особенностей выявленных факторов, фактических свойств металла и условий эксплуатации.

Скорость коррозии определяется по данным, накопленным владельцем оборудования за время его эксплуатации, а также по данным, содержащимся в справочной литературе [9].

17.4. Для оборудования, эксплуатирующегося в условиях малоциклового нагружения, основным повреждающим фактором для которого является малоцикловая усталость металла, оценка остаточного ресурса может производиться аналитическим [10], экспериментально-аналитическим и экспериментальными методами.

17.5. Для оборудования, работающего в условиях водородной коррозии, коррозионного растрескивания, МКК, оценка остаточного ресурса производится специализированными организациями.

17.6. По результатам прогнозирования остаточного ресурса работоспособности эксперт назначает его величину, которая во всех случаях не может превышать:

- при скорости коррозии до 0,1 мм/год:
 - при сроке эксплуатации менее 30 лет – 10 лет;
 - при сроке эксплуатации более 30 лет – 8 лет;
- при скорости коррозии до 0,3 мм/год:
 - при сроке эксплуатации менее 20 лет – 8 лет;
 - при сроке эксплуатации более 20 лет – 6 лет;
- при сроке коррозии до 0,5 мм/год – 4 года.

При истечении назначенного срока работы по оценке остаточного ресурса могут быть повторены.

Если в результате технического диагностирования будет установлено, что скорость коррозионного износа оборудования превышала 0,5 мм/год, экспертом ставится вопрос о ненадлежащем материальном исполнении сосуда (аппарата).

18. Оформление результатов

18.1. По результатам технического диагностирования владельцу оборудования выдается Заключение экспертизы промышленной безопасности,

которое должно быть составлено по типовой форме (Приложение 5), установленной в Системе экспертизы промышленной безопасности [5].

Заключение составляется и подписывается экспертом и руководителем организации, выполнявшей работы по техническому диагностированию и оценке ресурса, и передается заказчику для регистрации в установленном порядке [11].

18.2. К Заключению прилагаются:

1. Программа проведения работ по диагностированию (Приложение 1).

2. Акт наружного и внутреннего осмотра сосуда (аппарата) с указанием количества контрольных участков сварных соединений, назначенных для дефектоскопии.

3. Схема сосуда (аппарата) с нанесенными на ней зонами контроля толщины стенки, твердости и металлографии, а также участками сварных соединений, назначенных для дефектоскопии.

4. Заключение о контроле сварных соединений с указанием метода дефектоскопии и его результатах; эти участки должны быть нанесены на схему.

5. Результаты исследования металла (если оно проводилось).

6. Результаты поверочного прочностного расчета.

Результаты оценки остаточного ресурса для основных несущих элементов и компенсирующие мероприятия, обеспечивающие его выполнение (при необходимости).

18.3. Рекомендуемая форма Заключения по остаточному ресурсу работоспособности оборудования приведена в Приложении 2. Если отдельные работы по диагностике выполнялись работниками других организаций, допускается оформление ими самостоятельных Заключений.

18.4. Первичная документация, например, рабочие журналы специалистов, участвовавших в диагностировании, хранятся в экспертной организации.

18.5. Заключение экспертизы промышленной безопасности служит основанием владельцу оборудования для принятия решения о возможности (невозможности) дальнейшей эксплуатации оборудования.

19. Меры безопасности при техническом диагностировании

Подготовка оборудования к техническому диагностированию, допуск специалистов к производству работ и проведение технического диагностирования должны выполняться в полном объеме в соответствии с требованиями действующих нормативов, регламентирующих вопросы промышленной безопасности на опасных объектах, с учетом особенностей предприятий-владельцев оборудования, отраженных в действующих на предприятиях инструкциях по промышленной безопасности.

**ТИПОВАЯ ПРОГРАММА РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ,
ОСНОВНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПОВРЕЖДЕНИЯ
ДЛЯ КОТОРОГО ЯВЛЯЕТСЯ ОБЩАЯ КОРРОЗИЯ**

1. Изучение эксплуатационно-технической документации, включающее ознакомление с конструктивными особенностями оборудования, его материальным исполнением, полнотой и результатами прочностного расчета его основных несущих элементов, определение ориентировочных значений отбраковочных толщин основных несущих элементов оборудования, результатами контроля оборудования после изготовления, проверку соответствия расчетных и эксплуатационных параметров, установление срока эксплуатации оборудования, анализ результатов технических освидетельствований, аварийных выходов из строя, характера и объема выполненных ремонтных работ.

2. Составление схемы диагностируемого оборудования и предварительное распределение на ней зон контроля толщины стенки, твердости и металлографических структур. При этом должны быть учтены конструктивные особенности оборудования, его материальное исполнение и результаты анализа эксплуатационно-технической документации.

3. Наружный и внутренний (в доступных местах) осмотры оборудования, являющиеся важнейшей составной частью работ по оценке технического состояния оборудования, позволяющие:

- оценить целостность защитного и изоляционного покрытий оборудования, и по результатам решить вопрос о необходимости, объеме и конкретных местах демонтажа этих покрытий;

- выявить зоны наиболее интенсивного коррозионно-эрозионного износа оборудования и в зависимости от полученных результатов откорректировать количество и распределение зон контроля толщины, твердости и металлографии;

- установить наличие и характер (локальное, общее) отклонение от геометрической формы основных несущих элементов оборудования, оценить необходимость, выбрать методику и провести промеры деформированных элементов оборудования с целью количественной оценки деформаций;

- провести визуальный контроль сварных соединений, выявить наличие на них поверхностных дефектов эксплуатационного происхождения (при необходимости с применением лупы или капиллярного метода дефекто-

скопии) и, в зависимости от полученных результатов, назначить контрольные участки сварных соединений и метод их дефектоскопии.

4. Подготовка поверхности и проведение ультразвуковой толщинометрии основных несущих элементов оборудования в зонах, назначенных по результатам изучения эксплуатационно-технической документации и откорректированных по результатам наружного и внутреннего осмотра оборудования. Замеры производятся по квадратной сетке со стороной квадрата ~80-100 мм. В каждой зоне производится не менее 3-х замеров. За результат принимается минимальное из полученных значений. Полученная информация оперативно анализируется с целью выявления отбраковочных и близких к ним значений толщины.

5. Измерение твердости металла с целью косвенной оценки его прочностных характеристик, как правило, производится на участках поверхности, подготовленных для толщинометрии. Однако, по решению эксперта, могут быть назначены и другие участки для контроля твердости. При этом в каждой зоне контроля твердости должно быть выполнено не менее 3-х замеров, а за результат принимается их среднеарифметическое значение или интервал значений. Оперативный анализ получаемых результатов с целью выявления браковочных значений твердости и, в зависимости от этого, решение вопроса о необходимости расширения зоны контроля с целью выявления границ дефектного участка.

6. Контроль металлографических структур металла основных несущих элементов оборудования (при необходимости) выполняется в местах, назначаемых экспертом в зависимости от результатов замера твердости. Контроль производится методом "реплик" - переносом микроструктуры с металла изделия на пластину из полистирола.

7. Подготовка поверхности и приведение дефектоскопии контрольных участков сварных соединений, назначенных экспертом по результатам визуального контроля сварных соединений.

8. Поверочный прочностной расчет основных несущих элементов оборудования с учетом результатов технического диагностирования.

9. Анализ информации, полученной в результате выполнения работ, предусмотренных п.п. 1-7, оценка технического состояния оборудования, решение вопросов необходимости и объема проведения ремонтных работ, а также необходимости снижения рабочих параметров оборудования.

10. Гидравлическое (пневматическое) испытание пробным давлением в случаях, когда оно предусмотрено.

Испытание производится в полном соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих вопросы конструирования, изготовления и эксплуатации диагностируемого оборудования.

11. Поэлементное прогнозирование остаточного ресурса несущих элементов оборудования. Назначение остаточного ресурса диагностируемого оборудования, разработка (при необходимости) мероприятий, реализация которых является обязательным условием для достижения назначенного остаточного ресурса.

**ОСОБЕННОСТИ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ
ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММЫ РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ,
ОСНОВНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ КОТОРОГО
ЯВЛЯЕТСЯ МАЛОЦИКЛОВАЯ УСТАЛОСТЬ**

Характерным дефектом для такого оборудования являются поверхностные усталостные трещины.

Программа работ по диагностированию такого оборудования составляется с учетом следующих особенностей:

1. При изучении эксплуатационно-технической документации – проверка полноты прочностного расчета основных несущих элементов оборудования, в т.ч. расчета на циклическую прочность, а также системы учета числа циклов нагружения и установление фактически наработанного числа циклов нагружения.

2. При составлении схемы диагностируемого оборудования и распределения на ней зон контроля особое внимание уделить зонам концентрации напряжений, в которых наиболее вероятно появление усталостных трещин.

3. При проведении наружного и внутреннего осмотра особое внимание должно быть уделено выявлению усталостных трещин, большинство из которых выявляется визуальным осмотром. При необходимости, для повышения достоверности осмотра, могут применяться осветительные приборы, лупы, а также капиллярная или магнитопорошковая дефектоскопия или травление отдельных участков поверхности.

4. При анализе результатов диагностирования вероятно возможность решения вопроса о необходимости, виде и месте вырезки контрольной пробы металла для исследования.

При выборе вида контрольной пробы можно руководствоваться следующими положениями:

- если в результате анализа возникает сомнение в материальном исполнении диагностируемого оборудования или природе выявленных дефектов, а прогнозирование остаточного ресурса планируется выполнить аналитическим методом – проба вырезается в виде пробки диаметром ~30-50 мм;
- если по результатам измерения твердости и дефектоскопии возникает сомнение в качестве металла и стабильности его прочностных характеристик, а прогнозирование остаточного ресурса предполагается вы-

полнить аналитическим методом – проба вырезается в виде круга диаметром ~250 мм;

- если оборудование, работающее в условиях циклического (малоциклового) нагружения, исчерпало расчетный ресурс, а также в случаях, когда прогнозирование остаточного ресурса предполагается выполнить экспериментальным методом – проба вырезается в виде квадрата ~600×600 мм.

5. При проведении поверочного прочностного расчета предусмотреть расчет на циклическую прочность.

6. При прогнозировании остаточного ресурса диагностируемого оборудования следует учесть фактическую наработку числа циклов нагружения.

**ОСОБЕННОСТИ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ
ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММЫ РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ,
ИМЕЮЩЕГО ОДНОРОДНЫЙ ДОСТУП К ПОВЕРХНОСТИ**

(футерованные аппараты, сосуды, заглубленные в грунт и подземные)

Техническое состояние футерованных, заглубленных и подземных сосудов (аппаратов) чаще всего определяется состоянием футеровки и защитного покрытия.

Программа работ по диагностированию такого оборудования составляется с учетом следующих особенностей:

1. Целостность футеровки оборудования, на котором ведется системный контроль за температурой стенки, может быть оценена при изучении эксплуатационной документации, в которой фиксируются значения температур.

Для оборудования, на котором системный контроль температуры стенки не ведется, рекомендуется до вывода оборудования из эксплуатации для технического диагностирования провести оценку равномерности распределения температурных полей на наружной поверхности диагностируемого оборудования с помощью тепловизора или пирометра.

2. Тщательный осмотр футеровки следует предусматривать в первую очередь в местах, на которых при оценке температурных полей зафиксированы пиковые выбросы температур. Чаще всего такие участки футеровки имеют дефекты и подлежат удалению.

3. Для ультразвуковой толщинометрии и замеров твердости металла должны, в первую очередь, назначаться участки поверхности, на которых зафиксированы пиковые выбросы температур.

4. На участках внутренней поверхности с демонтированной футеровкой рекомендуется проводить металлографический контроль металла методом "реплик".

5. В случае, если по результатам замеров твердости или металлографического контроля появляются сомнения в качестве металла, производится вырезка пробы металла для проведения детального исследования.

6. Участки футеровки с трещинами подлежат удалению и последующему восстановлению по технологии, предусмотренной проектом. Вопрос о частичном или полном удалении футеровки решает эксперт, проводящий диагностирование.

7. Состояние наружного защитного покрытия заглубленных и подземных сосудов (аппаратов) оценивается в отрываемых шурфах, количество которых назначает эксперт.

8. Наличие коррозии на наружной поверхности заглубленной части сосудов (аппаратов) косвенно оценивается путем сравнения результатов толщинометрии надземной и подземной частей оборудования, имеющих одинаковую исходную толщину стенки.

9. Наличие коррозии на наружной поверхности подземных сосудов (аппаратов) косвенно оценивается по результатам толщинометрии, полученным на участках внутренней поверхности, которые по результатам осмотра оцениваются как одинаковые, а по коррозионному износу значительно разнятся.

10. Шурфы для оценки состояния защитного покрытия следует преимущественно располагать в местах, где по результатам анализа (п. 8, 9) возникает сомнение в целостности изоляционного покрытия.

11. Поврежденные участки защитного покрытия или защитное покрытие целиком по решению эксперта должны быть демонтированы и изолированы вновь в соответствии с требованиями проекта.

12. Наряду с перечисленными при составлении программы можно руководствоваться рекомендациями, содержащимися в "ИЗ-94" и "М4-96".

**ОСОБЕННОСТИ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ
ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММЫ РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ,
УСТАНОВЛЕННОГО НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ, ТЕМПЕРАТУРА
СТЕНКИ КОТОРОГО ПРИ РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ МОЖЕТ
ПРИНИМАТЬ ТЕМПЕРАТУРУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Техническое состояние технологического оборудования, температура стенки которого при рабочих условиях может принимать температуру окружающего воздуха, зависит, в первую очередь, от правильности его материального исполнения. Программа работ по диагностированию такого оборудования составляется с учетом следующих особенностей:

1. При изучении эксплуатационно-технической документации необходимо проверить правильность подбора марки и категории стали по средней температуре воздуха наиболее холодной пятидневки в районе установки сосуда (аппарата) в соответствии с требованиями проекта, ПБ 03-584-03 и ПБ 03-576-03.

2. Возможность применения марки или категории стали при отрицательной температуре, выходящей за установленные пределы, может быть подтверждена результатами испытания на ударный изгиб при требуемой температуре в соответствии с ГОСТ 9454, которые могут быть проведены заводом-изготовителем или владельцем оборудования. Правильность материального исполнения сосуда (аппарата) может быть также подтверждена специализированной научно-исследовательской организацией.

В случае отсутствия документов, подтверждающих правильность подбора марки и категории стали, следует предусмотреть вырезку пробы металла и проведение соответствующих испытаний.

Вопрос об оценке остаточного ресурса может также решаться на основе расчета на хрупкую прочность в соответствии с рекомендациями РД 03-421-03.

3. Поскольку при отрицательных температурах оборудование работает в условиях пониженной пластичности материала, наиболее вероятным дефектом при диагностировании являются хрупкие трещины. В этой связи при осмотре оборудования особое внимание следует уделять зонам концентрации напряжений и сварным соединениям, в первую очередь, в местах их пересечения.

ТИПОВАЯ ФОРМА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО ОСТАТОЧНОМУ РЕСУРСУ

(наименование экспертной организации, например)

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"
(ОАО "ВНИКТИнефтехимоборудование")

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

на _____

(наименование оборудования, технологическая позиция, заводской №, регистрационный №, цех, предприятие, например)

На Емкость поз. Е-6/1 (Зав. №9, Рег. № НС-2925) завода _____
цеха _____ ОАО " _____ "
Рег. № _____

(Регистрационный № органа Ростехнадзора)

(руководитель экспертной организации, например)

Первый зам. Генерального директора,
канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
_____ Н.В. Мартынов

М.П. (печать экспертной организации)

(место расположения экспертной организации, год, например)
г. Волгоград, 2005 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Основание для проведения экспертизы

(указать основание для проведения экспертизы, например)

Основанием для проведения экспертизы промышленной безопасности является:

1.1.1. Истечение срока действия Заключения об остаточном ресурсе аппарата, выданного экспертной организацией в 1998 г.

1.1.2. Договор № _____ от ____ г. между ОАО " _____ " (ИСПОЛНИТЕЛЬ) и ОАО " _____ " (ЗАКАЗЧИК).

1.2. Сведения об экспертной организации

(указать сведения об экспертной организации, например)

Открытое акционерное общество " _____ "
(ОАО " _____ ")

ИНН _____, ОКОНХ _____, ОКСПО _____

Почтовый адрес: _____

Телефон _____, факс _____

e-mail _____

Генеральный директор, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник _____

Первый заместитель генерального директора, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник _____

1.3. Сведения о лицензии

(указать сведения о лицензии, например)

ОАО " _____ " имеет лицензию № 00-ДЭ-000493 от _____ г. (действительна до _____ г.)

на право осуществления деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности (проведение экспертизы технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте), а также свидетельство об аккредитации в Системе экспертизы промышленной безопасности № _____ (действительно до _____ г.)

1.4. Сведения об экспертах и специалистах

(указать приказ руководителя экспертной организации, например)

На основании Приказа Генерального директора ОАО "_____" № 3304.04.2005 г. экспертиза проведена специалистами ОАО "_____" без привлечения (с привлечением) специалистов сторонних организаций.

(в случае привлечения специалистов сторонних организаций –

указать наименование этих организаций,

привести сведения об экспертах и специалистах, участвующих

в техническом диагностировании, например)

_____, _____, кандидат технических наук, стар-
(Ф.И.О.) (должность)
ший научный сотрудник

- Эксперт Системы экспертизы промышленной безопасности Госгортехнадзора России. Аттестован аттестационной комиссией Госгортехнадзора России (Удостоверение № _____. Выдано _____);

- Аттестован аттестационной комиссией Управления Нижне-Волжского округа ПТН РФ в соответствии с "Положением о порядке подготовки и аттестации работников организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России (РД 04-444-02)", (Удостоверение № _____. Протокол _____ № _____ от _____);

- Аттестован ЗАО МНПО "СПЕКТР" (экзаменационный центр № 10) в качестве специалиста II уровня по визуально-измерительному методу контроля (Удостоверение № _____ - _____. Выдано _____ г.);

- Прошел проверку знаний правил безопасности Ростехнадзора в комиссии НОАП ЗАО "СПЕКТР" (экзаменационный центр № 10). Удостоверение № _____ - _____ - _____. Протокол № _____ от _____ г.

(Ф.И.О.)

(должность)

- Аттестован аттестационной комиссией ОАО " _____ " с участием представителя Управления Нижнее-Волжского округа ГГТН РФ в области промышленной безопасности в соответствии с "Положением о порядке подготовки и аттестации работников организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России (РД 04-444-02) ", как специалист экспертной организации (Удостоверение № _____, Протокол № _____ - _____ от _____);

- Аттестован ЗАО МНПО "СПЕКТР" (экзаменационный центр № 10) в качестве специалиста II уровня по ультразвуковому методу контроля (Удостоверение № _____ - _____ от _____ г.);

- Аттестован ЗАО МНПО "СПЕКТР" (экзаменационный центр № 10) в качестве специалиста II уровня по визуально-измерительному методу контроля (Удостоверение № _____ - _____ от _____ г.).

(привести сведения о специалистах сторонних

организаций, привлеченных к выполнению работ)

1.5. Сведения о заказчике

(указать сведения о заказчике, например)

Открытое акционерное общество " _____ " _____
Почтовый адрес: _____ Телефон _____ Тел-
лефон _____, факс _____ Зам.
Генерального директора – главный инженер
ОАО " _____ " _____
Главный механик ОАО " _____ " _____
Начальник ОТН ОАО " _____ " _____

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЪЕКТОВ ЭКСПЕРТИЗЫ

(указать наименование объекта экспертизы по паспорту, заводской №,

регистрационный №, наименование установки, цеха, предприятия, например)

Объектом экспертизы являлась емкость поз. Е – 6/1, зав. № 9,
рег. № НС – 2925 завода _____ цеха _____
ОАО " _____ "

(если выполняется экспертиза нескольких объектов,

приводятся каждого объекта экспертизы)

3. ЦЕЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ

(указать цель экспертизы объекта (ов), например)

Оценка соответствия технического состояния емкости поз. Е-6/1 требованиям промышленной безопасности и оценка ее остаточного ресурса работоспособности.

4. СВЕДЕНИЯ О РАССМОТРЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ДОКУМЕНТАХ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ РАССМОТРЕНИЯ

(приводится Перечень рассмотренных в процессе экспертизы

документов и результаты их рассмотрения, например)

При изучении технической документации были рассмотрены:

- паспорт емкости поз. Е-6/1, Зав. № 9, Рег. № НС-2925 с приложениями к нему;
- чертежи;
- монтажная документация;
- сведения о примененных при изготовлении материалах;
- схема включения емкости;
- сведения о проведенных ремонтах;
- предписания инспекторов ГТТН и работников ОТН, относящиеся к техническому состоянию емкости;
- результаты технических освидетельствований.

Емкость имеет паспорт и зарегистрирована в органах Госгортехнадзора. Регулярно проходила технические освидетельствования и испытания. Результаты технических освидетельствований (наружный и внутренний осмотр в доступных местах, гидравлическое испытание) за период эксплуатации были положительными. Данные, указанные в паспорте, соответствуют данным на заводской табличке, закрепленной на корпусе емкости.

В результате изучения технической и эксплуатационной документации собраны технические и эксплуатационные данные по сосуду. Установлено, что фактическая загруженность основных несущих элементов сосуда за время эксплуатации не превышала расчетных параметров.

Емкость работает в статическом режиме нагружения.

Сведений о повреждениях и неисправностях в работе емкости нет.

Произведен ремонт емкости с заменой штуцеров З₁, З₂, Ду 50 по причине коррозионного износа. Ремонт выполнен по проекту 41393-КД.

5. ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

(приводится Программа технического диагностирования объекта

экспертизы или информация об используемой Программе, например)

Техническое диагностирование емкости поз. Е-6/1 проводится по "Программе диагностирования технического состояния для определения остаточного срока службы сосудов и аппаратов ОАО "_____", разработанной в соответствии с требованиями "Методики определения остаточного ресурса технологического оборудования нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств (МООР-98)" ("ВНИКТИнефтехимоборудование" г. Волгоград, 1998 г.), согласованной Главным механиком ОАО "_____" и утвержденной Первым заместителем Генерального директора ОАО "_____". (Прилагается).

(если в используемую программу технического диагностирования

объекта экспертизы вносятся изменения или дополнения,

учитывающие особенности технического диагностирования объекта,

то указываются эти изменения или дополнения)

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

6.1. Краткая характеристика

(приводится краткая характеристика объекта экспертизы, например)

Наименование – Емкость;
 Изготовлена – 1982 г., "Павловградхиммаш", Украина;
 Пущена в эксплуатацию – 1983 г;
 Заводской № 9;
 Регистрационный № НС-2925;
 Рабочее давление: 1,6 МПа;
 Рабочая температура: 164 °С;
 Расчетное давление: 1,6 МПа;
 Расчетная температура: 200 °С;
 Среда: пар, паровой конденсат (не ядовитая, не едкая, не взрывоопасная);
 Размеры, мм:
 Внутренний диаметр обечаек корпуса – 1000;
 Внутренний диаметр днищ – 1000;
 Исполнительная толщина стенки обечаек корпуса: 10,0;
 Исполнительная толщина стенки днищ – 12,0;
 Длина аппарата – 3570;
 Материальное исполнение:
 - обечайки корпуса, люка, днищ, - Вст3сп5;
 - патрубков штуцеров – Сталь 20;
 - крышки люка – Сталь 20;
 На заводе-изготовителе сварные швы подвергнуты дефектоскопии в объеме 100%.
 Последнее гидроиспытание – 12.07.2002 г. – результаты положительные.

6.2. Результаты технического диагностирования

(приводятся результаты технического диагностирования объекта

экспертизы, например)

Техническое диагностирование емкости выполнялось в июне 2004 г. специалистами ОАО " _____ " по представленной выше Программе и включало:

- изучение технической документации;
- наружный и внутренний осмотр (Акт осмотра - прилагается);
- измерение толщины стенки основных элементов сосуда (см. рис. 1 и табл. 1);
- контроль прямолинейности образующей корпуса;
- дефектоскопию участков сварных швов;
- замер твердости металла основных элементов сосуда (см.табл. 2);
- поверочный прочностной расчет основных элементов сосуда.

При осмотре сосуда не выявлено нарушений геометрических форм его основных элементов. Отклонения образующей корпуса от прямолинейно-

сти находятся в пределах допустимого согласно ИТН-93. Общая коррозия фиксируется главным образом на внутренней поверхности сосуда. Визуальный контроль сосуда производился в соответствии с РД 03-606-03.

Состояние корпуса, днищ, штуцеров, фланцевых соединений, крепежных деталей, опор, фундамента, сварных швов сосуда удовлетворительное.

По результатам визуального контроля сварные швы дефектов не имеют.

Следов пропуска продуктов на основном металле и сварных швах не обнаружено.

Уплотнительные поверхности разобранных фланцевых соединений в удовлетворительном состоянии, существенного износа, следов коррозии, язв и других дефектов не выявлено.

По результатам визуального контроля для проведения ультразвуковой дефектоскопии назначено два перекрестия сварных швов на корпусе сосуда.

По результатам контроля сварные швы браковочных признаков не имеют (см. заключение 001/УЗ - прилагается).

Толщинометрия основных несущих элементов сосуда выполнялась в зонах, назначенных по результатам осмотра и показанных на рис. 1 ультразвуковым толщиномером модели 26MG зав. № 00508406 производства фирмы "Panametrics", США (Свидетельство о поверке Волгоградского ЦСМ № 36-08/01-10681 действительно до 29.12.2004 г.)

По результатам толщинометрии отбраковочных размеров не выявлено (см.табл. 1).

Твердость замерена в точках, показанных на рис.1, с применением динамического твердомера модели ТДМ-1 зав. № 394, производства НПК "ЛУЧ" (Свидетельство о поверке Волгоградского ЦСМ № 37-21/01/-0197 от 09.03.2004 г). На основании полученных результатов металл сосуда по прочностным характеристикам браковочных признаков не имеет (см. табл. 2).

Поверочные прочностные расчеты основных несущих элементов сосуда подтверждают их работоспособность (Расчеты - прилагаются).

Анализ результатов выполненного технического диагностирования и поверочных прочностных расчетов позволяют оценить техническое состояние емкости как удовлетворительное.

Эксперт	_____	_____
	(подпись)	(Ф.И.О.)
_____	_____	_____
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)

Результаты измерения толщин стенок элементов корпуса

Наименование элементов	Номер точки	Толщина стенки, мм		
		Первоначальная	Фактическая	Отбраковочная
Днище левое	1-4	12.0	12.1; 12.0; 11.9; 12.0	8.0
Обечайки корпуса	5-12 13-20	10.0	10.0; 10.1; 10.0; 10.1; 9.9; 9.8; 10.0; 10.0; 10.1; 10.0; 10.2; 10.3; 9.8; 9.8; 10.1; 10.0	8.0
Днище правое	21-24	12.0	12.0; 12.1; 11.8; 11.9	8.0
Патрубки люка и штуцеров:				
«К» Ду 500	25-27	8.0	8.1; 7.9; 8.0	5.0
«Б» Ду 200	28, 29	9.0	8.7; 8.9	4.0
«Г» Ду 100	30	5.0	4.7	3.0
«Д» Ду 80	31	4.0	3.8	3.0
«Б» Ду 50	32	4.0	4.1	2.5
«В» Ду 40	33	4.0	3.4	2.0
«Ж» Ду 40	34	4.0	4.0	2.0
«З ₁ » Ду 50	35, 36	4.0	4.0; 3.9	2.5
«З ₂ » Ду 50	37, 38	4.0	3.6; 3.7	2.5
«И» Ду 40	39	4.0	3.3	2.0
Пл. крышка «К» Ду 500	40-42	34.0	33.4; 33.5; 33.6	32.0

 (должность)

 (подпись)

 (Ф.И.О.)

Результаты измерений твердости металла основных элементов

Номер точки	Наименование исполнения	Материальное исполнение	Твердость измеренная, НВ	Твердость нормативная НВ
Т1 Т2, Т3 Т4	Днище левое	Вст3сп5	124 – 128	100 – 145
	Обечайки корпуса	Вст3сп5	126 – 130	100 – 145
	Днище правое	Вст3Сп 5	128 – 132	100 - 145

 (должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

7. ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

 (приводятся результаты оценки остаточного ресурса объекта

 экспертизы, например)

Оценка остаточного ресурса аппарата выполнена по рекомендациям "Методики диагностирования технического состояния и определения остаточного ресурса технологического оборудования нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств " ДиОР-05 (ОАО "ВНИКТИнефтехимоборудование ").

При обследовании аппарата установлено, что его техническое состояние удовлетворительное и основным повреждающим фактором является равномерная коррозия.

В соответствии с полученными результатами, руководствуясь положениями "Методики...", остаточный ресурс работоспособности аппарата ограничен 8 (восемью) годами.

Схема распределения зон контроля корпуса емкости тех. Поз. Е-6/1, зав. № 9, рег. № НС-2925 М1:15

Схема распределения зон контроля корпуса емкости тех. поз. Е-6/1, зав. № 9, рег. № НС-2925 М1:15

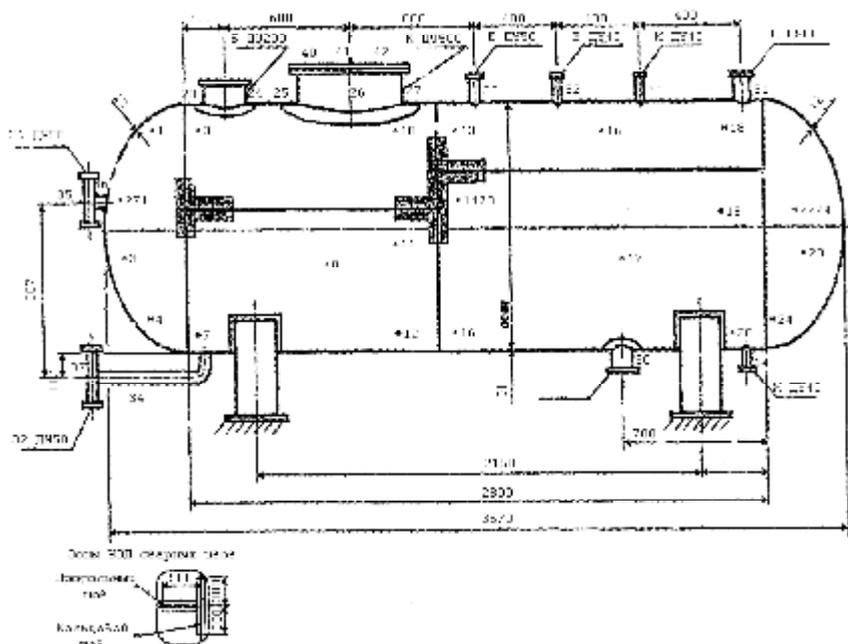


Рис.1

Исходные данные и результаты расчета остаточного ресурса

Элемент корпуса	Толщина стенки, мм			Скорость коррозии (мм/год), менее	Остаточный ресурс, лет	
	Первоначальная	Фактическая	Отбраковочная		Расчетный, более	Принятый
Днище левое	12,0	11,9	8,0	0,1	10	10
Обечайки корпуса	10,0	9,8	8,0	0,1	10	10
Днище правое	12,0	11,8	8,0	0,1	10	10
Патрубки люка и штуцеров:						
«К» Ду 500	8,0	7,9	5,0	0,1	10	10
«Б» Ду 200	9,0	8,7	4,0	0,1	10	10
«Г» Ду 100	5,0	4,7	3,0	0,1	10	10
«Д» Ду 80	4,0	3,8	3,0	0,1	8	8
«Б» Ду 50	4,0	4,1	2,5	0,1	10	10
«В» Ду 40	4,0	3,4	2,0	0,1	10	10
«Ж» Ду 40	4,0	4,0	2,0	0,1	10	10
«З ₁ » Ду 50	4,0	3,9	2,5	0,1	10	10
«З ₂ » Ду 50	4,0	3,6	2,5	0,1	10	10
«И» Ду 40	4,0	3,3	2,0	0,1	10	10
Плоская крышка «К» Ду 500	34,0	33,4	32,0	0,1	10	10

Эксперт

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ: ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

(приводятся выводы и рекомендации по результатам

экспертизы, например)

1. На основании анализа результатов технического диагностирования, проведенного в июне 2004 г., и выполненных расчетов Емкость поз. Е-6/1, Зав. № 9, Рег. № НС-2925, завода _____ цеха _____ ОАО " _____ " соответствует требованиям промышленной безопасности и пригодна к дальнейшей эксплуатации на разрешенные параметры, указанные в паспорте аппарата, при условии положительных испытаний на прочность и плотность.

2. При эксплуатации емкости с параметрами:

Рабочее давление: 1,6 МПа;

Рабочая температура: 164 °С;

Среда: пар, паровой конденсат (неядовитая, не едкая, невзрывоопасная); остаточный ресурс Емкости составляет 8 (восемь) лет, при условии соблюдения в процессе эксплуатации требований действующих "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением" (ПБ 03-576-03) и других НТД, регламентирующих вопросы безопасной эксплуатации сосудов и аппаратов нефтехимических производств.

Элементом конструкции емкости, лимитирующим ее ресурс, является патрубок штуцера «Д» Ду 80.

3. На основании результатов технического диагностирования устанавливается следующая периодичность технических освидетельствований:

- ответственным за осуществление производственного контроля наружный и внутренний осмотры не реже чем через 2 года;

- специалистам организации, имеющей разрешение (лицензию) органов Ростехнадзора России, наружный и внутренний осмотры через 4 года;

- повторное техническое диагностирование через 8 лет.

Методы и объемы технических освидетельствований – в соответствии с действующими правилами (ПБ 03-576-03).

Эксперт

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И МЕТОДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

(приводится перечень использованной нормативно-технической

и методической документации при техническом диагностировании,

например)

1. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. ПБ 09-540-03. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.03 г. № 29.

2. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. ПБ 03-576-03. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 г. № 91.

3. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. ПБ 03-246-98. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 06.11.1998 г. № 64.

4. Положение о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. РД 09-539-03. Утверждено Постановлением Госгортехнадзора России от 18.03.03 г. № 8.

5. Методика определения остаточного ресурса технологического оборудования нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств. МООР-98. Согласована Госгортехнадзором России письмом № 11-11/18 от 22.01.99 г.

6. Инструкция по техническому надзору, методам ревизии и отбраковке трубчатых печей, резервуаров, сосудов и аппаратов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. ИТН-93. Волгоград, ВНИК-ТИнефтехимоборудование, 1993 г.

7. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Введен 01.01.90 г.

8. ГОСТ 24755-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий. Введен 01.01.90 г.

9. ГОСТ 18661-73. Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка. Введен 01.01.74 г.

10. Инструкция по определению скорости коррозии металла стенок корпусов сосудов и трубопроводов на предприятиях Миннефтехимпрома СССР. Волгоград, ВНИКТИнефтехимоборудование, 1983 г.

11. РДИ 38.18.016-94. Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования. Волгоград, ВНИКТИнефтехимоборудование, 1983 г.

12. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. Утверждена Постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 г. № 9.

**ТИПОВАЯ ФОРМА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО ВИЗУАЛЬНОМУ
(ИЗМЕРИТЕЛЬНОМУ) КОНТРОЛЮ**

Предприятие "ИСПОЛНИТЕЛЬ"
Экспертная организация

ОАО " _____ "

Лицензия ГГТН России

№ _____

от _____ г.

Свидетельство об аттестации
лаборатории НК и ТД

№ _____ от _____ г.

Почтовый адрес _____

Телефон _____

Факс _____

Предприятие "ЗАКАЗЧИК"

ООО " _____ "

(наименование организации)

Договор № _____ от _____

(основание для проведения
контроля)

Почтовый адрес _____

(адрес организации)

Телефон _____

Факс _____

(№ заключения, дата выполнения, например)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № _____

от _____

по результатам визуального (измерительного) контроля

(наименование объекта контроля, организация-владелец, например)

Барабан котла-утилизатора поз. V -3251 А, зав. М 12326, установки про-
калки кокса № _____.

(дата проведения контроля, например)

Дата проведения контроля: 9 ноября 2004 г.

(материал объекта контроля, например)

Техническая документация на контролируемый материал: 20Mn-5 (ана-
лог 16 ГС), 19Mn-6 (аналог 09Г2С), 15Мо3 (аналога нет) - по паспорту.

(используемая нормативно-методическая документация, например)

РД 03.606.03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю – М. Госгортехнадзор России. НТЦ "Промышленная безопасность".

ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 11534-75. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

(используемые приборы и средства контроля, например)

Комплект для визуального контроля НПК "Луч", поверен до _____ (свидетельство о поверке № _____ от _____).

(объем контроля, например)

Объем контроля: 100% сварных соединений с околошовной зоной (швы № 1 ÷ 67).

(выявленные дефекты, например)

Выявленные дефекты: поверхностных дефектов и нарушения геометрии сварных соединений не выявлено.

(результаты контроля, например)

Результаты контроля: браковочные признаки отсутствуют, назначены участки сварных швов для контроля измерительным методом, ультразвуковой (или) капиллярной дефектоскопией.

П р и л о ж е н и е : Карта контроля с указанием мест контроля.

(подписи, например)

Руководитель подразделения,
должность

подпись

Расшифровка подписи

Исполнитель (ли): Исполнитель
(эксперт), уровень квалификации,
удостоверение № _____ от _____

подпись

Расшифровка подписи

ТИПОВАЯ ФОРМА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО УЗД СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Предприятие "ИСПОЛНИТЕЛЬ"
Экспертная организация
ОАО "_____"

Лицензия ГТН России
№ _____ от _____

Свидетельство об аттестации
лаборатории НК и ТД
_____ от _____ г.

Почтовый адрес: _____
Телефон: _____
Факс: _____

Предприятие "ЗАКАЗЧИК"

ООО "_____"
(наименование организации)

Договор № _____ от _____
(основание для проведения
контроля)

Почтовый адрес: _____
_____ №
(адрес организации)

Телефон: _____
Факс: _____

(№ заключения, дата выполнения, например)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № _____
от _____

по результатам ультразвукового контроля качества сварных соединений

(наименование объекта контроля, организация-владелец, например)

Барaban котла-утилизатора поз. V -3251 А, зав. М 12326, установки
прокалки кокса № _____.

(дата проведения контроля, например)

Дата проведения контроля: 9 ноября 2004 г.

(материал объекта контроля, например)

Техническая документация на контролируемый материал:
19Мп-6 (аналог 09Г2С).

(используемая нормативно-методическая документация, например)

Используемая нормативно-техническая документация: РДИ 38.18.016-94.

Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования. – Волгоград, ВНИКТИнефтехимоборудование, 1994 г.

(используемые приборы и оборудование, например)

Тип и № аппаратуры: Ультразвуковой дефектоскоп USK – 6, зав. № 27261-3165, производства фирмы "Krautkramer" (ФРГ), дата последней поверки: 07.04.2004 г. (свид. о поверке № 31-10/09-0031).

Тип преобразователя MWB 60-N4 зав. № 53476, частота 4,0 МГц, дата последней поверки: 15.12.2004 г. (свид. о поверке № 691/04).

Потери на контакте: 6дБ, оценка по АРД. – шкале МАD – 4624

(объем контроля, например)

Объем контроля: 100% сварных соединений с околшовной зоной на корпусе (швы № 2, 3, 59, 60, 61).

(результаты контроля, например)

Результаты контроля приведены в таблице 1.

Таблица 1

№, тип, длина контр. участка сварного шва по схеме карты контроля	Диаметр и толщина стыкуемых элементов, мм.	Поправка чувствительности на кривизну поверхностей, дБ	Материал стыкуемых элементов	Предварительная чувствительность, S_n , мм ²	Сведения об обнаруженных дефектах	Оценка качества сварного шва
1	2	3	4	5	6	7
№2, стыковой, кольцевой, 100%	Ø 1600×26 с R-800 ×26	-	19 Мп-6 (аналог 09Г2С)	3,0	Дефектов не выявлено	Годен
№59, стыковой, кольцевой, 100%	Ø 1600×26 с R-800 ×26	-	19 Мп-6 (аналог 09Г2С)	3,0	Дефектов не выявлено	Годен
№61, стыковой, кольцевой, 100%	Ø 1600×26 с R-800 ×26	-	19 Мп-6 (аналог 09Г2С)	3,0	Дефектов не выявлено	Годен
№3, стыковой, продольный, 100%	Ø 1600×26	-	19 Мп-6 (аналог 09Г2С)	3,0	Дефектов не выявлено	Годен

П р и л о ж е н и е : Карта контроля с указанием мест контроля.

(подписи, например)

Руководитель подразделения, должность	подпись	Расшифровка подписи
_____	_____	_____
Исполнитель (ли): Исполнитель (эксперт), уровень квалификации, удостоверение № ____ от _____	подпись _____	Расшифровка подписи _____

ТИПОВАЯ ФОРМА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО КАПИЛЛЯРНОМУ КОНТРОЛЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Предприятие "ИСПОЛНИТЕЛЬ"
Экспертная организация
ОАО " _____ "

Лицензия ГТН России
№ _____ от _____

Свидетельство об аттестации
лаборатории НК и ТД
_____ от _____ г.

Почтовый адрес: _____
Телефон: _____
Факс: _____

Предприятие "ЗАКАЗЧИК"

ООО " _____ "
(наименование организации)

Договор № _____ от _____
(основание для проведения
контроля)

Почтовый адрес: _____
_____ №
(адрес организации)

Телефон: _____
Факс: _____

(№ заключения, дата выполнения, например)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № _____
от _____

по результатам ультразвукового контроля качества сварных соединений

(наименование объекта контроля, организация-владелец, например)

Барaban котла-утилизатора поз. V -3251 А, зав. М 12326, установки
прокалки кокса № _____.

(дата проведения контроля, например)

Дата проведения контроля: 9 ноября 2004 г.

(материал объекта контроля, например)

Техническая документация на контролируемый материал:
20Мп-5 (аналог по паспорту 16ГС), 19Мп-6 (аналог по паспорту 09Г2С),
15 Мо-3 (аналога нет).

(используемая нормативно-методическая документация, например)

Используемая нормативно-техническая документация: РДИ 38.18.019-95
Инструкция по капиллярному контролю деталей технологического оборудова-
ния, сварных соединений и наплавов. – Волгоград, ВНИКТИнефтехим-
моборудование, 1995 г.

(используемые приборы и оборудование, например)

Используемые приборы и средства контроля: аэрозольный комплект для
цветной дефектоскопии фирмы "SHERWIN" Inc. USA, обеспечивает II
класс чувствительности.

(условия контроля, например)

Условия контроля: сухая погода, температура воздуха +10°C.

(объем контроля, например)

Объем контроля: 100% угловых сварных соединений с околовварочной зо-
ной на корпусе (швы № 4 ÷ 58), 100% стыковых, кольцевых сварных соеди-
нений патрубков с фланцами как недоступных для УЗК (швы № 62 ÷ 67).

(результаты контроля, например)

Результаты контроля приведены в таблице 1.

П р и л о ж е н и е : Карта контроля с указанием мест контроля.

(подписи, например)

Руководитель подразделения,
должность

подпись

Расшифровка подписи

Исполнитель (ли): Исполнитель
(эксперт), уровень квалификации,
удостоверение № _____ от _____

подпись

Расшифровка подписи

№, тип, длина контр. участка сварного шва по схеме карты контроля	Диаметр и толщина стыкуемых элементов, мм	Материал стыкуемых элементов	Сведения об обнаруженных дефектах	Оценка качества сварного шва
1	2	3	4	5
№ 1, угловой, вварка обечайки люка-лаза в левое днище, 100 %	Овал 426×380 толщиной 48 в R- 800	20Mn-5 (аналог 16ГС), 19Mn-6 (аналог 09Г2С)	Дефектов не выявлено	Годен
№ 28, угловой, вварка обечайки люка-лаза в правое днище, 100 %	Овал 426×380 толщиной 48 в R- 800	20Mn-5 (аналог 16ГС), 19Mn-6 (аналог 09Г2С)	Дефектов не выявлено	Годен
№ 18, угловой, вварка штуцера в обечайку корпуса, 100%	Ø 140,3×17,5 в Ø 1600 ×26	15Мо-3 (аналога нет), 19Mn-6 (аналог 09Г2С)	Дефектов не выявлено	Годен
№ 19, угловой, вварка штуцера в обечайку корпуса, 100%	Ø 140,3×17,5 в Ø 1600 ×26	15Мо-3 (аналога нет), 19Mn-6 (аналог 09Г2С)	Дефектов не выявлено	Годен

Библиографический список

1. Методика диагностирования технического состояния и определения остаточного ресурса технологического оборудования нефтеперерабатывающих, нефтехимических производств (ДиОР - 05), Волгоград, 2006 г., 51 с.

2. Общие правила безопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. ПБ 09-540-03. Москва, Государственное унитарное предприятие "Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", М., 2003. 108 с.

3. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. ПБ-576-03. Государственное унитарное предприятие "Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", М., 2003. 148 с.

4. Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных. ПБ 03-584-03.

5. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. ПБ 03-246-03.

6. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определения остаточного срока службы сосудов и аппаратов. РД 03-421-01.

7. Марочник сталей и сплавов / Под ред. Сорокина В.Г. М., 1989, 639 с.

8. Сосуды и аппараты стальные. Методы расчета на прочность с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек. РД 26-6-87.

9. Поляков А.А. Механика химических производств. Учебное пособие для вузов / Под ред. Ю.И. Макарова. М., 2007. 392 с.

10. ГОСТ 25859. Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках.

11. Положение и порядок утверждения Заключений экспертизы промышленной безопасности. РД 03-298-99.

Оглавление

Введение	3
1. Общие положения	3
2. Организация проведения экспертного обследования технического состояния оборудования	4
3. Анализ эксплуатационно-технической документации	6
4. Наружный и внутренний осмотры	7
5. Оценка геометрической формы	8
6. Толщинометрия	8
7. Определение твердости металла	9
8. Оценка металлографических структур	10
9. Неразрушающий контроль	10
10. Специальные виды контроля	11
11. Определение химического состава металла	11
12. Вырезка контрольной пробы металла	12
13. Проверочный прочностной расчет основных несущих элементов оборудования	13
14. Гидравлическое (пневматическое) испытание	14
15. Анализ результатов технического освидетельствования	14
16. Оценка работоспособности оборудования	15
17. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования	16
18. Оформление результатов	17
19. Меры безопасности при техническом диагностировании	18
Приложения	19
Библиографический список	50

Учебное издание

Лукьяница Александр Иванович
Козлов Александр Михайлович
Афанасьева Галина Анатольевна

**Диагностирование технического состояния и
определение остаточного ресурса технологического
оборудования химических производств**

*Учебное пособие для студентов специальности 240801
"Машины и аппараты химических производств"*

Редактор Пряхина Н.А.
Подписано в печать Формат 60×84^{1/16}
Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.
Усл. печ. л.2,91 Уч. изд. л.2,23.
Тираж 50 экз. Заказ №

ГОУ ВПО "Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева"
Новомосковский институт (филиал). Издательский центр.
Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9.
Адрес института: 301650, Новомосковск, Тульская обл., ул. Дружбы, 8

