

Федеральный горный и промышленный надзор России

(Госгортехнадзор России)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И
ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ СОСУДОВ И АППАРАТОВ

РД 03-421-01

ББК 30н

М54

Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 06.09.01 № 39

В настоящих Методических указаниях изложены технические требования и рекомендации по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов, эксплуатируемых в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.

При разработке настоящих Методических указаний учтены опыт и практические результаты диагностирования технического состояния сосудов и аппаратов, использована современная методология оценки и прогнозирования технического состояния, изложен порядок проведения и оформления результатов диагностирования технического состояния сосудов и аппаратов.

В развитие основных требований настоящих Методических указаний могут выпускаться



нормативные технические документы с учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации оборудования.

В разработке Методических указаний приняли участие представители Госгортехнадзора России и специализированных организаций: А.А. Шаталов, В.А. Баранов, Г.М. Селезнев, Н.А. Хапонен, С.А. Жулина, Н.М. Самсонов, В.В. Раков, В.И. Рачков, П.А. Харин, С.М. Кутепов, В.С. Шубин, В.И. Муштаев, А.М. Кузнецов, В.И. Лившиц, В.Г. Татаринов, А.П. Корчагин, С.П. Быков, В.И. Олеринский, А.В. Шишкин, И.В. Петрушин, Е.Н. Гальперин, Р.Г. Маннапов, В.М. Горицкий.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие Методические указания распространяются на отечественные и зарубежные стальные сосуды и аппараты химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности. Методические указания могут быть распространены на сосуды других отраслей при условии, что на них распространяются требования Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96), Правил проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных (ПБ 03-384-00)*, ОСТ 24.201.03-90 «Сосуды и аппараты стальные высокого давления. Общие технические требования».

Настоящие Методические указания содержат основные требования и рекомендации к

проведению диагностирования технического состояния** и определению остаточного ресурса эксплуатации сосудов.

Термины и их определения, примененные в настоящих Методических указаниях, приведены в приложении А.

* До введения ПБ 03-384-00 действует ОСТ 26-291-94 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия».

** Далее — техническое диагностирование.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Техническое диагностирование сосудов и аппаратов в целях определения возможности

их дальнейшей эксплуатации и остаточного ресурса проводится в следующих случаях:

после аварий;

после ремонтно-восстановительных работ с применением сварки; при выявлении случаев нарушения установленного регламента эксплуатации (повышения

рабочего давления, расширения диапазона рабочих температур, увеличения цикличности

нагружения и др.);

по истечении установленного в паспорте сосуда срока эксплуатации (исчерпанию

установленного ресурса);

при отсутствии в паспорте сосуда расчетного срока службы после эксплуатации в течении 20

лет, если нет других решений о расчетном сроке службы, согласованных с Госгортехнадзором

России;

при отсутствии в паспорте сосуда, работающего при переменном режиме нагружения,

допускаемого числа циклов нагружения;

при утрате паспорта сосуда;

наступления сроков, установленных по результатам предыдущих технических

диагностирований;

1.2. Работы по техническому диагностированию сосудов носят комплексный характер и в

общем случае включают:

а) анализ технической документации;

б) наружный и внутренний осмотр, визуально-измерительный контроль сосуда;

в) контроль соответствия системы автоматизации требованиям Правил устройства и

безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96);

г) неразрушающий контроль качества сварных соединений, толщинометрию;

д) определение химического состава, металлографические исследования, оценку

механических свойств основного металла и сварных соединений;

е) проведение коррозионных исследований;

ж) анализ результатов технического диагностирования и проведение расчетов на прочность;

з) анализ повреждений и параметров технического состояния сосуда и установление

критериев предельного состояния;

и) проведение уточненных расчетов на прочность;

к) определение остаточного ресурса сосуда;

л) гидравлические (пневматические) испытания.

Работы по подп. «а», «б», «в», «г», «ж», «к», «л» носят обязательный характер.

Работы по подп. «д», «е», «з», «и» могут проводиться дополнительно к основным работам при технической необходимости.

1.3. Объем работ по техническому диагностированию сосуда определяется по каждому конкретному объекту с учетом особенностей конструкции, сроков и условий эксплуатации.

1.4. Работы по техническому диагностированию сосуда должны выполняться по программе, разрабатываемой в соответствии с требованиями настоящих Методических указаний.

1.5. При оценке ресурса группы сосудов, однотипных по конструктивному и материальному исполнению и работающих в одинаковых условиях, производится полный комплекс работ по настоящим Методическим указаниям для отдельных представителей группы сосудов и в зависимости от полученных результатов может быть снижен объем контрольных работ на других сосудах данной группы.

1.6. Техническое диагностирование сосудов выполняется специализированной организацией

силами специалистов, аттестованных в установленном порядке.

1.7. На основании результатов технического диагностирования специализированная организация выдает Заключение о возможности и условиях дальнейшей безопасной эксплуатации сосуда (далее — Заключение), оформленное в установленном порядке.

1.8. В случае если в Заключении возможность дальнейшей эксплуатации сосуда допускается только при условии его ремонта, все ремонтные работы, включая разработку технологии ремонта, должны проводиться согласно требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96) [1], и Положения о порядке безопасного проведения ремонтных работ на химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих опасных производственных объектах (РД 09-250—98) [62].

1.9. К выполнению сварочных работ на сосудах должны допускаться специалисты, аттестованные в установленном порядке.

1.10. Все участки основного металла или сварных соединений, подвергавшиеся ремонту с применением сварки, следует проконтролировать двумя или более неразрушающими методами, один из которых предназначен для обнаружения поверхностных дефектов, а второй — для выявления внутренних дефектов; в необходимых случаях следует провести толщинометрию с оформлением соответствующих заключений о результатах контроля (приложение Б).

2. ПОДГОТОВКА СОСУДОВ И АППАРАТОВ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ

2.1. Перед диагностированием сосудов и аппаратов следует прекратить их эксплуатацию, освободить внутреннее пространство от заполняющей среды, отключить заглушками от всех трубопроводов, соединяющих диагностируемые сосуды с источниками давления и другими сосудами и оборудованием.

Применяемые для отключения сосудов заглушки, устанавливаемые между фланцами, должны быть соответствующей прочности и иметь выступающую часть (хвостовик), по которой определяется наличие поставленной заглушки. Устанавливаемые между фланцами прокладки должны быть без хвостовиков.

2.2. При необходимости, если внутреннее пространство сосуда было загрязнено какими-либо вредными веществами, оно должно быть очищено и нейтрализовано в соответствии с инструкцией по безопасному ведению работ на предприятии — владельце сосуда.

2.3. Внутренняя и наружная поверхности сосуда очищаются от продуктов коррозии и оставшейся грязи с использованием металлической щетки и ветоши, смоченной растворителем, а контролируемые сварные соединения с внутренней или наружной стороны зачищаются до металлического блеска механическим методом (шлифмашинкой, абразивом и т.п.) до Rz40—Rz20 на ширину 50—100 мм (в зависимости от толщины стенки сосуда) по обе стороны от оси шва. При зачистке ось вращения инструмента должна быть параллельна оси контролируемых сварных швов.

2.4. Футеровка, изоляция и другие виды покрытий должны быть частично или полностью удалены, если имеются признаки, указывающие на возможность возникновения дефектов материала силовых элементов конструкции сосуда (неплотность футеровки, отдулины, следы промокания изоляции и т.п.).

2.5. Подготовленные к техническому диагностированию поверхности необходимо высушить сжатым воздухом.

2.6. Необходимо оснастить сосуд достаточным освещением от источника тока напряжением не более 12 В, а для сосудов, работающих со взрывоопасными средами и (или) во взрывоопасных зонах, — освещением светильниками во взрывозащищенном исполнении с соответствующей степенью или уровнем защиты.

2.7. Должны быть оборудованы безопасные подходы к сосуду и в случае необходимости установлены леса, лестницы, переходные мостики и ограждения для осмотра верхней части сосуда и проведения технического диагностирования.

2.8. Работы по подготовке сосуда к техническому диагностированию выполняются организацией — владельцем сосуда.

2.9. Работы по подготовке сосуда завершаются оформлением акта о готовности сосуда и передачей акта специализированной организации, выполняющей техническое диагностирование.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

3.1. Анализ технической документации

3.1.1. Анализ технической документации на сосуд проводится в целях:

проверки наличия паспорта сосуда и правильности его заполнения;

установления фактических условий эксплуатации сосуда и соответствия их паспортным данным;

анализа результатов предшествовавших диагностированию технических

освидетельствований, ранее проведенных диагностирований и ремонтно-восстановительных работ;

уточнения фактической наработки сосуда в часах или циклах нагружения (для сосудов периодического действия).

3.1.2. Анализ в общем случае подвергается следующая техническая документация:

паспорт сосуда, работающего под давлением;

сборочный чертеж;

ремонтная документация;

эксплуатационные документы;

предписания территориального органа Госгортехнадзора России;

заключения по результатам предыдущих технических освидетельствований и технических

диагностированных. При анализе технической документации проверяются:

наличие в паспорте сосуда записи о его регистрации;

соответствие заводской маркировки сосуда на корпусе и на фирменной табличке

паспортным данным;

использование сосуда по прямому назначению.

По результатам анализа технической документации уточняется программа технического диагностирования.

3.1.3. Особое внимание уделяется анализу сведений о повреждениях и неисправностях в работе сосуда и о причинах, приведших к ним.

3.2. Оперативная (функциональная) диагностика

3.2.1. Рабочая (проектная) документация на систему автоматизации сосудов должна

соответствовать требованиям разд. 5 Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96).

3.2.2. Контрольно-измерительные приборы (КИП), установленные на щитах системы

автоматизации (СА) и по месту, должны соответствовать рабочей (проектной) документации на СА сосуда.

3.2.3. КИП должны быть метрологически поверены и иметь соответствующие клейма и отметки.

3.2.4. Блокировки безопасности, выполненные на сосуде и в СА, должны соответствовать рабочей (проектной) документации.

3.2.5. Если выявлено несоответствие КИП измеряемым параметрам, а блокировок безопасности — требованиям ПБ 10-115—96 или рабочей (проектной) документации, то решение о дальнейшей эксплуатации сосуда принимается организацией — разработчиком документации или специализированной организацией, проводящей техническое диагностирование сосуда.

Специализированная организация, выполняющая техническое диагностирование, выдает заключение о возможности дальнейшей безопасной эксплуатации сосуда после устранения выявленного несоответствия.

3.2.7. Результаты контроля соответствия СА сосуда требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96), оформляются в виде раздела к отчету или акта проверки, являющегося приложением к основному Заключение.

3.3. Разработка программы технического диагностирования

3.3.1. Работы по техническому диагностированию сосудов и аппаратов должны выполняться по программе, разрабатываемой на сосуд или группу сосудов на основании настоящих Методических указаний и с учетом требований норм и правил, предъявляемых к сосудам при их изготовлении.

3.3.2. Программа технического диагностирования должна составляться с учетом особенностей конструкции и условий эксплуатации сосуда и предусматривать перечень и объем работ, соответствующих требованиям настоящих Методических указаний.

3.3.3. Программа должна разрабатываться специализированной организацией, выполняющей работы по техническому диагностированию, и подлежит согласованию в установленном порядке.

3.4. Проведение наружного и внутреннего осмотра

3.4.1. Наружный и внутренний осмотр сосуда проводится в целях выявления дефектов, которые могли возникнуть как в процессе его эксплуатации, так и при его изготовлении, транспортировке и монтаже.

3.4.2. При осмотре защитные покрытия и изоляция подлежат удалению на участках поверхности сосуда, где имеются явные признаки нарушения их целостности. Необходимость удаления защитного покрытия и изоляции на других участках поверхности сосуда определяется специалистами организации, проводящей техническое диагностирование.

3.4.3. Осмотру подлежат все доступные сварные соединения сосуда и его элементы в целях выявления в них следующих дефектов:

трещин;

свищей и пористости швов;

подрезов, наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;

смещений и уводов кромок стыкуемых элементов свыше норм, предусмотренных Правилами

устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96), Правилами проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных

(ПБ 03-384-00) и ОСТ 24.201.03-90 «Сосуды и аппараты стальные высокого давления. Общие технические требования»;

несоответствий форм и размеров швов требованиям технической документации;

деформаций поверхности сосуда (в виде вмятин, отдулин и т.п.).

3.4.4. Особое внимание следует обратить на состояние сварных соединений в зонах

концентрации напряжений (местах приварки горловины люка и штуцеров к обечайке и днищам,

особенно в зонах входных и выходных штуцеров, на участках пересечения швов, в зонах

сопряжения обечайки с днищами, местах приварки опорных узлов и др.), а также в местах

возможного скопления конденсата и зонах проведенного ранее ремонта.

3.4.5. Для сосудов из аустенитных сталей особое внимание при осмотре следует уделять

местам возможного попадания на поверхность сосуда воды, паров и влажных газов ввиду

возможного образования в этих местах коррозионных трещин.

3.4.6. При проведении осмотра в случае возникающих сомнений по классификации и

размерам выявленных дефектов следует применять лупу 4—20-кратного увеличения, а также по

усмотрению специалиста, выполняющего осмотр, любой из неразрушающих методов,

указанных в пп. 3.6.1-3.6.3, 3.6.5-3.6.7 настоящих Методических указаний.

3.4.7. Оценка выявленных при осмотре деформированных участков поверхности сосуда

производится путем замера максимального прогиба и площади деформированного участка.

Замер производится мерительным инструментом, обеспечивающим погрешность $\pm 1,0$ мм.

3.4.8. Нормы допустимых дефектов, выявленных при наружном и внутреннем осмотре,

должны соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115—96), Правил проектирования, изготовления и приемки

сосудов и аппаратов стальных сварных (ПБ 03-384—00) и ОСТ 24.201.03-90 «Сосуды и

аппараты стальные высокого давления. Общие технические требования».

3.4.9. Результаты осмотра оформляются в виде заключения (протокола), подписываемого

специалистами организации, проводящей техническое диагностирование.

3.5. Исследование коррозионного состояния сосудов

3.5.1. При исследовании коррозионного состояния сосудов устанавливают:

степень коррозионно-эрозионного поражения внешней и внутренней поверхности сосудов в результате эксплуатации;

наличие (отсутствие) механических повреждений, дефектов, допущенных ранее при

изготовлении сосуда, которые могут повлиять на дальнейшую безопасную эксплуатацию

сосуда.

3.5.2. Инструменты для проведения исследований:

лупы, в том числе измерительные от 1,5 до 7-кратного увеличения по ГОСТ 25706-83 [44];

иглы измерительные — для определения глубины пор, язв, подрезов и т.п.;

щупы № 2—4;

нутромеры микрометрические по ГОСТ 10-88 [5] и индикаторные по ГОСТ 868-82 [6];

шаблоны (типа УШС по ТУ 1021.338-83 [7]) радиусные и др.;

линейки измерительные металлические по ГОСТ 427—75 [8];

магниты металлические.

3.5.3. При внешнем осмотре определяют:

наличие (отсутствие) коррозионно-эрозионных поражений, особенно в местах подачи

рабочей среды, где могли быть проливы, в местах ремонта;

видимые поверхностные дефекты, появившиеся и развившиеся в процессе эксплуатации,

например вмятины, выпучины, изменения геометрической формы (коробление, провисание и

другие отклонения от первоначального расположения);

отмечают места ремонтов и устанавливают наличие документации на ремонт.

Необходимость и объем демонтажа теплоизоляции определяется специалистами,

проводящими обследование, с учетом требований настоящих Методических указаний.

Осмотру подлежат внешние опоры аппаратов, при этом необходимо проверять сварные швы



приварки опор к корпусу аппарата.

На теплообменном и другом оборудовании, где часто производится открывание и закрывание крышек, люков-лазов и т.п., необходимо осматривать крепеж на соответствие требованиям ОСТ 26-2043-91 [9].

3.5.4. При внутреннем осмотре определяют наличие (отсутствие) коррозионных трещин, язв, питтингов, сплошной коррозии на основном металле, сварных швах и околошовной зоне, в местах ремонта, застойных зонах, под осадком, в зоне скопления конденсата, где возможностниц в местах крепления опор-стоек

54 РД 26-02-30-75 Детали трубопроводов.

Тройники шаровой формы.

Методы расчета на прочность

ОАО «ЦКБН»

55 РД 26-02-62-88 Нормы и методы расчета на

прочность элементов сосудов и

аппаратов, работающих под

давлением сред, вызывающих

сероводородное коррозионное

растрескивание

ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

56 РД 26-02-65-83 Расчет на прочность элементов

аппаратов воздушного

охлаждения высокого давления

ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

57 РД 26-02-76-88 Методика расчета прочности

стенки аппарата колонного типа

в местах установки монтажных

штуцеров и бестросовых

элементов

ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

58 РД 26-02-84-89 Методы расчета на прочность

специальных конструкций

кожухотрубчатых

теплообменных аппаратов и

аппаратов типа «труба в трубе»

ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

59 РД 26-11-5-85 Сосуды и аппараты из

двухслойной стали. Нормы и

методы расчета на прочность

ОАО «НИИХИММАШ»

60 РД 26-260.009-92 Сосуды и аппараты. Нормы и

методы расчета на прочность

цилиндрических обечаек и

выпуклых днищ в местах

присоединения штуцеров при

внешних статических нагрузках

ОАО «НИИХИММАШ»

ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Общие положения
2. Подготовка сосудов и аппаратов к техническому диагностированию
3. Порядок проведения технического диагностирования
 - 3.1. Анализ технической документации
 - 3.2. Оперативная (функциональная) диагностика

3.3. Разработка программы технического диагностирования

3.4. Проведение наружного и внутреннего осмотра

3.5. Исследование коррозионного состояния сосудов

3.6. Проведение неразрушающего контроля

3.6.1. Контроль сварных соединений ультразвуковым или радиографическим методом

3.6.2. Контроль методами цветной и магнитопорошковой дефектоскопии

3.6.3. Метод акустико-эмиссионного контроля

3.6.4. Ультразвуковая толщинометрия

3.6.5. Вихретоковая дефектоскопия

3.6.6. Замеры твердости

3.6.7. Металлографический анализ

3.7. Лабораторные исследования металлов

3.8. Фрактографический анализ

3.9. Анализ результатов технического диагностирования и проведение расчетов на прочность

3.10. Гидравлические (пневматические) испытания сосуда

4. Анализ повреждений и параметров технического состояния сосудов и аппаратов

4.1. Нормы и критерии оценки технического состояния сосудов
4.2. Анализ погрешности контроля размеров повреждений и параметров технического состояния

4.3. Анализ закономерностей изменения параметров технического состояния

5. Уточненные расчеты на прочность и определение критериев предельного состояния

6. Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов

6.1. Прогнозирование ресурса аппаратов, подвергающихся коррозии и изнашиванию

6.2. Прогнозирование ресурса аппаратов при циклических нагрузках

6.3. Прогнозирование ресурса аппаратов по изменению механических характеристик металла

6.4. Прогнозирование ресурса сосуда, работающего в условиях ползучести материала

6.5. Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения

6.6. Определение гарантированного (гамма-процентного) и среднего остаточных ресурсов сосудов и аппаратов

7. Особые требования к диагностированию и определению остаточного ресурса сосудов

7.1. Требования к диагностированию сосудов, находящихся в эксплуатации на открытом воздухе

7.2. Особенности диагностирования сосудов и аппаратов, эксплуатирующихся в сероводородсодержащих средах

7.3. Особенности диагностирования сосудов и аппаратов для аммиака

7.4. Диагностирование сосудов и аппаратов, работающих в водородсодержащих средах

7.5. Диагностирование сосудов и аппаратов, имеющих односторонний доступ к поверхности

корпуса (футерованные аппараты, емкости, заглубленные в грунт, и т.п.)

7.6. Особенности диагностирования многослойных сосудов высокого давления

7.7. Особенности диагностирования сосудов из двухслойных сталей

7.8. Дополнительные требования к диагностированию сосудов и аппаратов, для которых

отсутствуют данные о значениях критической температуры хрупкости или возможны ее сдвиги

под влиянием эксплуатации

7.9. Особенности диагностирования сосудов и аппаратов, эксплуатирующихся в условиях

ползучести материала

8. Порядок оформления и выдачи Заключения о ресурсе безопасной эксплуатации сосуда

9. Техника безопасности при проведении диагностирования

10. Список использованной литературы

Приложение А. Термины, используемые в Методических указаниях, и их определения

Приложение Б. Рекомендуемые формы заключений (протоколов) контроля

Приложение В. Перечень нормативной документации (НД) по расчету на прочность сосудов

и аппаратов