

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РЕЗЕРВУАРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Богданов Р.А.

Брянский государственный технический университет, Брянск

Ключевые слова: сжиженные углеводородные газы, резервуар, технический контроль.

Аннотация. В данной работе рассматривается методика проведения технического контроля резервуаров, предназначенных для хранения сжиженных углеводородных газов и работающих под избыточным давлением, с применением методов неразрушающего и разрушающего контроля в поиске различных видов дефектов с учетом экономической эффективности определения нового назначенного ресурса.

TECHNICAL CONTROL OF TANKS INTENDED FOR STORAGE OF LIQUEFIED PETROLEUM GASES

Bogdanov R.A.

Bryansk State Technical University, Bryansk

Keywords: liquefied petroleum gases, tank, technical control.

Abstract. This paper discusses the methodology of technical control of tanks intended for storage of liquefied petroleum gases and operating under excessive pressure, using methods of non-destructive and destructive testing in the search for various types of defects, taking into account the economic efficiency of determining a new designated resource.

Введение

Безопасная работа опасных производственных объектов обеспечивается путем своевременного и качественного проведения технического обслуживания и диагностирования оборудования, применяемого на этих объектах [1].

Технический контроль представляет теорию, методы и средства обнаружения и поиска дефектов оборудования. Контроль позволяет повысить достоверность правильного функционирования объектов, увеличить срок их службы и наработку на отказ [2].

Для условий эксплуатации важным является понятие работоспособного технического состояния объекта, то есть выполнять все заданные функции с сохранением значений заданных параметров в требуемых пределах [3].

Целью работы является определение оптимального набора методов неразрушающего контроля, необходимых для всестороннего и качественного определения фактического состояния резервуаров в подземном исполнении (рис. 1), предназначенных для газоснабжения населения сжиженным углеводородным газом, а также экономической целесообразности проведения технического контроля резервуаров, отработавших нормативный срок службы.

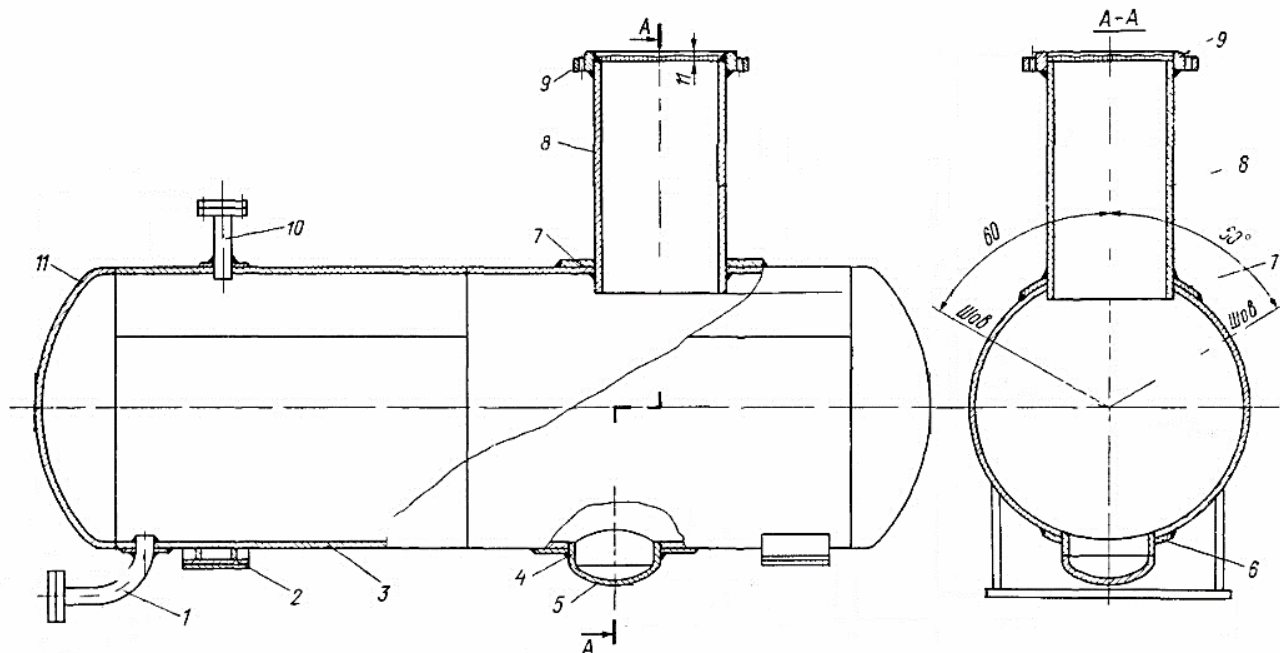


Рис. 1. Подземный резервуар для использования сжиженных газов [3]:
 1 – патрубок жидкой фазы; 2 – специальные опоры; 3 – цилиндрический сосуд;
 4 – труба диаметром 325 мм и длиной 150 мм; 5 – днище (отстойник); 6,7 – кольца жесткости; 8 – горловина; 9 – фланец арматурной головки; 10 – патрубок паровой фазы;
 11 – эллиптические днища

Методика проведения исследований

Методы неразрушающего контроля (рис. 2), применяемые для резервуаров, используемых для хранения сжиженных углеводородных газов, подразделяются на следующие виды: магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновой (радиационный), тепловой, оптический (визуальный и измерительный), радиационный, акустический (ультразвуковой), проникающими веществами (капиллярный) [4].

Проведение поверочного расчета сосуда на статическую прочность с учетом результатов толщинометрии несущих элементов; расчеты выполняются в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации, ГОСТ 34233.1-2017 [5], ГОСТ 34233.2-2017 [6].

Расчеты на малоцикловую усталость производятся в соответствии с ГОСТ 34233.6-2017 [7] для определения остаточного ресурса работы сосуда в циклах нагружения.

Гидравлическое испытание проводится при положительных результатах технического диагностирования или после устранения обнаруженных дефектов в соответствии с требованиями «Правилами промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [8].

Экономическая эффективность определения нового назначенного ресурса резервуаров (на 8 лет), работающих под давлением, состоит в экономии средств, необходимых для демонтажа и утилизации старого резервуара и приобретения, транспортировки, монтажа и пусконаладки нового [9].

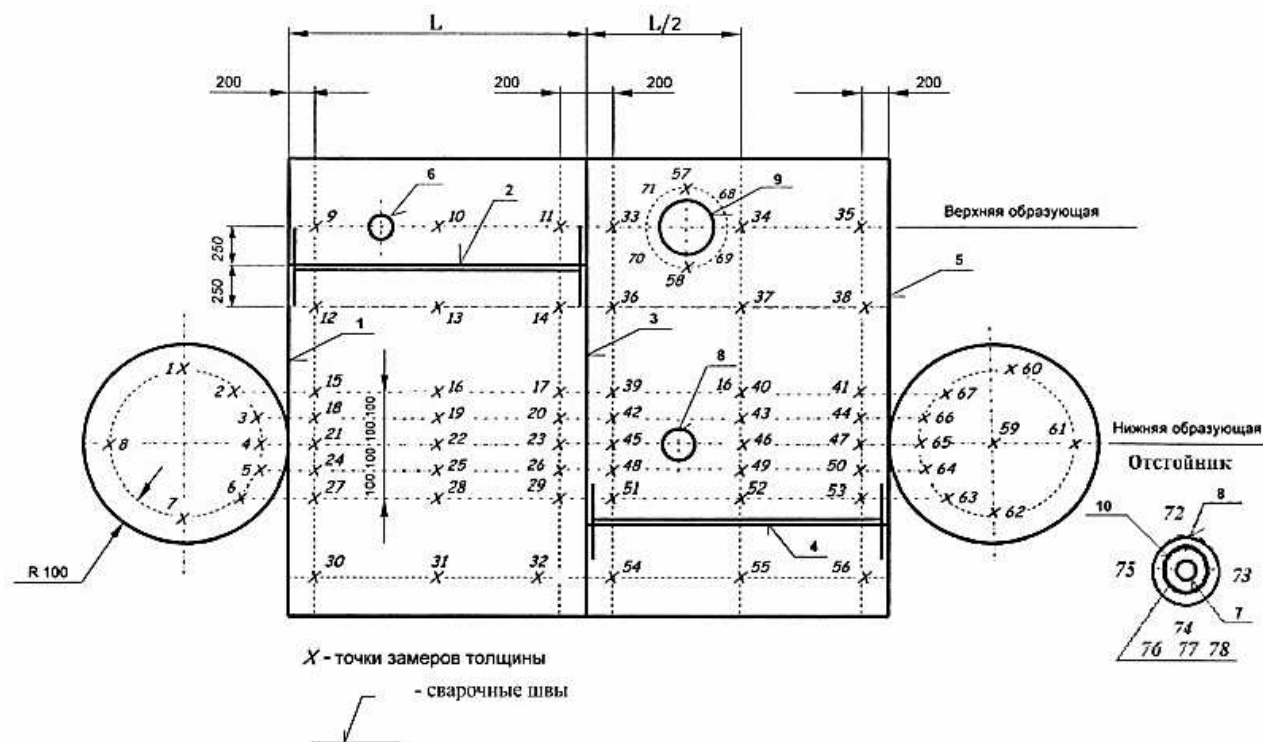


Рис. 2. Резервуар установки использования сжиженных газов в развертке с указанием точек замера толщины и сварочных швов, подлежащих контролю

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведения исследования использовались методы анализа и обобщения результатов технического диагностирования 1243 сосудов, выпущенных в период с 1958 по 1992 годы и находящихся в эксплуатации от 24 до 63 лет.

Особое внимание при анализе было уделено остаточному ресурсу элементов резервуаров, подвергающихся действию коррозии (эрозии).

В результате проведенного в работе анализа было установлено, что из 1243 сосудов лишь у 6 сосудов (0,5%) результаты технического диагностирования оказались неудовлетворительными, в том числе 4 резервуара не прошли ультразвуковую толщинометрию и 2 резервуара не выдержали гидравлические испытания.

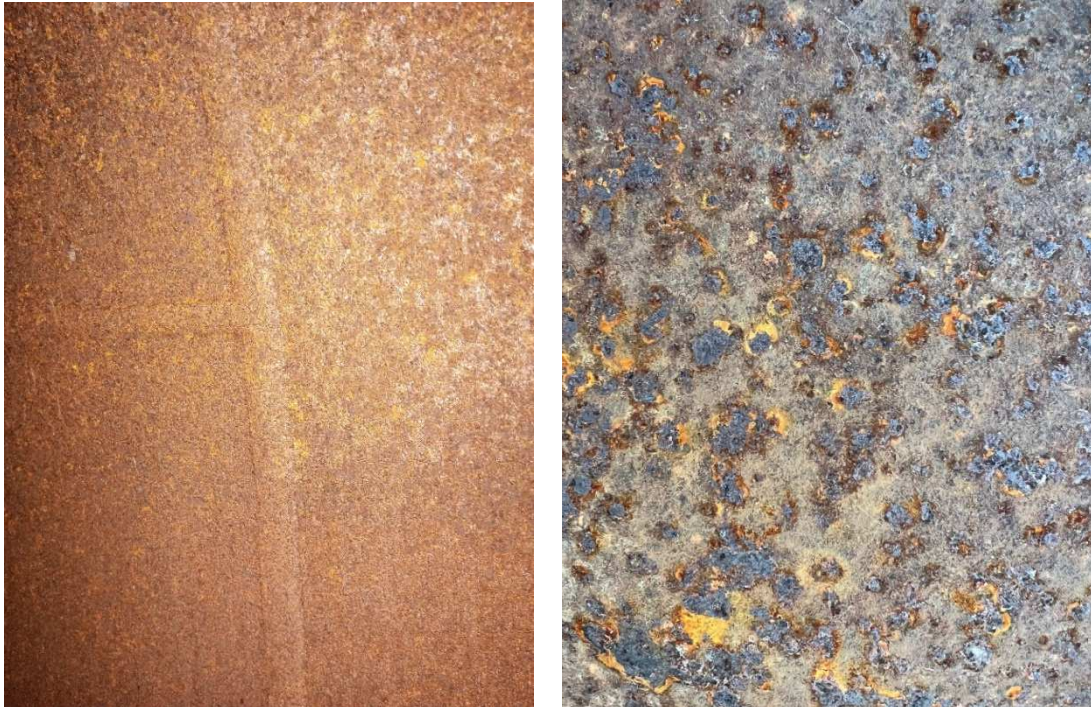
Из вышесказанного можно утверждать о низком проценте «выбраковки» эксплуатируемого оборудования.

При этом анализ результатов технического диагностирования показал высокий уровень запаса по толщине металла (не менее 16 лет) у остальных 1237 сосудов.

Приоритетной задачей обеспечения безопасности признается исключение внезапных разрушений высоконагруженных элементов. Факторами, вызывающими такие разрушения, как правило, являются дефекты изготовления, нарушения условий эксплуатации или достижение металлом предельной степени повреждения. С увеличением продолжительности эксплуатации последний из указанных факторов становится доминирующим, поэтому основной задачей в определении допустимых сроков безопасной эксплуатации оборудования становится достоверная оценка состояния металла и сварных соединений.

Как показал анализ результатов технического диагностирования сосудов, предназначенных для хранения сжиженных углеводородных газов, наиболее часто встречаются следующие дефекты:

- поверхностная (равномерная) коррозия (рис. 3, а);
- язвенная коррозия (рис. 3, б);
- неполное проплавление корня сварного шва (рис. 3, в).



а

б



в

Рис. 3. Дефекты, обнаруженные в резервуаре, работающем под избыточным давлением и предназначенном для хранения сжиженных углеводородных газов: а) поверхностная (равномерная) коррозия; б) язвенная коррозия; в) неполное проплавление корня сварного шва

Наиболее распространенными причинами разрушения сосудов, работающих под избыточным давлением, являются:

- превышение рабочего давления во время эксплуатации;
- потеря механической прочности материала сосуда вследствие коррозии, внутренних дефектов, местных перегревов и др.;
- неисправность защитных технических устройств;
- неправильная эксплуатация.

Основные причины аварий сосудов заключаются, как правило, в том, что при проведении экспертизы промышленной безопасности обнаруживаются дефекты изготовления сосудов, коррозионное разрушение устройств, а также другие виды повреждений, нарушение технологического режима и правил эксплуатации, неисправность арматуры и приборов.

Причины вышеуказанных коррозионных процессов в сосудах могут быть связаны с длительным воздействием влаги, появление которой вызывает образование конденсата, то есть поступление свободной воды при сливе сжиженного углеводородного газа из автомобильных цистерн или не соблюдением технологии удаления воды после проведения дегазации сосуда.

Дефекты сварных швов в сосудах объясняются нарушением технологии сварки при изготовлении.

Для решения вопроса экономической целесообразности проведения технического контроля резервуара, выработавшего проектный срок службы, необходимо произвести расчет его затрат, который составляет 225 998,93 руб.

Расчет затрат на демонтаж и утилизацию старого (выработавшего проектный срок службы) резервуара и приобретения, транспортировки, монтажа и пусконаладки нового приведен в таблице 1.

По результатам расчетов экономический эффект от определения нового назначенного ресурса на 1 резервуар составил 794 482,03 рубля.

Таблица 1. Расчет затрат на замену сосуда

№ п/п	Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1	Подготовка сосуда к демонтажу	16 338,13
2	Демонтаж сосуда	10 000,00
3	Стоимость нового сосуда	357 520,00
4	Транспортировка нового сосуда	130 800,00
5	Монтаж нового сосуда	488 320,00
6	Пусконаладочные работы	17 502,83
ИТОГО:		1 020 480,96

Выводы

Проведен анализ результатов технического контроля резервуаров, предназначенных для хранения сжиженных углеводородных газов, в подземном исполнении, находящихся в условиях реальной эксплуатации. Рассмотрены основные дефекты и повреждения, причины их появления, и мероприятия, направленные на предотвращение их возникновения и развития.

Расчет экономической эффективности продления срока службы резервуара показал значительный положительный результат по сравнению со стоимостью

замены оборудования, отработавшего нормативный срок эксплуатации. Анализ результатов технического контроля резервуаров показал целесообразность проведения технического контроля резервуаров, так как процент «выбраковки» очень низкий и в подавляющем большинстве случаев резервуары имеют значительный запас металла по толщине, что говорит о высоком остаточном ресурсе для дальнейшей безопасной эксплуатации.

Список литературы

1. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 384 с.
2. Клюев В.В., Соснин Ф.Р., Филинов В.Н. и др.; Под общ. ред. В.В. Клюева Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. Ш-7 /. – 464 с.
3. Стаскевич Н.Л., Вигдорчик Д.Я. Справочник по сжиженным углеводородным газам. – Л.: Недра, 1986. – 543 с.
4. Румянцев С.В. Радиография, радиоскопия и их комплексное применение для контроля качества изделий. – М.: Заочный институт повышения квалификации ИТР ЦП ВНТО приборостроителей им. С.И. Вавилова, 1992. – 52 с.
5. ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556344844>.
6. ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556344845>.
7. ГОСТ 34233.6-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках (с Поправками). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556348918>.
8. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 536 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573275722>.
9. СТО Газпром 2-2.3-491-2010. Техническое диагностирование сосудов, работающих под давлением на объектах ОАО «Газпром».

Сведения об авторе:

Богданов Роман Александрович – к.т.н., доцент.