

Ю. И. Шакирова, С. И. Валеев, В. А. Булкин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ (СОСУДОВ И АППАРАТОВ) С ДЕФЕКТАМИ ТИПА РАССЛОЕНИЕ

Ключевые слова: дефект, расслоение, эксплуатация.

Описаны основные причины и области образования дефектов типа расслоения, способы их выявления. Рассмотрена специфика безопасной эксплуатации сосудов и аппаратов с дефектами типа расслоения.

Keywords: defect, lamination, operation.

The main reasons and the fields of education of defects of type lamination, ways of their identification are described. Specifics of safe operation of vessels and devices with defects such as lamination is considered.

Аналитические исследования показывают, что эксплуатация сосудов, отработавших нормативный срок службы, - потенциально опасна [1]. Ведь в данном случае возможна разгерметизация данного оборудования, что приводит к истечению горючих веществ, как правило, сопровождающейся пожарами и взрывами [2].

Срок службы большого количества оборудования во многих отраслях промышленности достиг проектного, приближается к нему или его превосходит. В связи с невозможностью и нецелесообразностью замены всего парка такого оборудования на новое возникают задачи обоснования продления срока его службы и обеспечения безопасной эксплуатации на этот период времени [3, 12].

Крупногабаритные конструкции, особенности сварные, а также литые изделия могут изначально содержать дефекты различной протяженности. Кроме того, трещиноподобные дефекты (расслоение) [10] и трещины могут образовываться и развиваться в процессе эксплуатации.

Как уже отмечалось ранее каждый сотый сосуд и аппарат на период обследования имеет расслоение основного металла или сварного соединения [4]. Работоспособность таких аппаратов в значительной степени будет определяться скоростью развития расслоения, что говорит о важности его учета для выполнения прочностных расчетов и обеспечения безопасности эксплуатации оборудования [3].

В общем случае [7, 8], расслоение - это внутреннее нарушение сплошности металла стенки аппарата, ориентированной по направлению волокна, которое возникает при обработке слитка давлением, имевшего усадочные раковины или рыхлоты, а также при прокатке неметаллических включений и газовых пузырей. Подобный дефект обычно располагается в середине листа параллельно поверхности.

Встречаются расслоения в околошовной зоне - это расслоение, примыкающее к сварному шву. Дополнительная опасность такого расслоения связана с возможностью наличия в сварном шве

трещины, образовавшейся под воздействием расслоения при наложении сварного шва.

Расслоение может появиться как на стадии эксплуатации [5, 9], так и изначально присутствовать в металле сосуда, не замечанном при входном контроле [7].

Среди неразрушающих методов контроля наиболее приемлемым для выявления расслоения является ультразвуковой метод [5, 6, 7], несмотря на его относительную трудоемкость. Например, метод цветной дефектоскопии не позволяет выявить расслоение в связи с тем, что дефект не выходит на поверхность; метод рентгеногаммаграфирования - малоинформативен, поскольку дефект располагается параллельно внутренней и наружной поверхностям стенки; методы вихретокового и магнитного контроля не дают полной информации, так как дефект располагается не в подповерхностном слое, а в толщине стенки. Однако на ранней стадии возникновения расслоения могут возникать сложности в интерпретации результатов и при ультразвуковом контроле.

В качестве примера рассмотрим техническое диагностирование автоцистерны для хранения, расходования и транспортировки сжиженного газа изготовленной в 1988 г., при контроле которой было выявлено расслоение основного металла автоцистерны (царга примыкающая к левому днищу) (рис. 1).

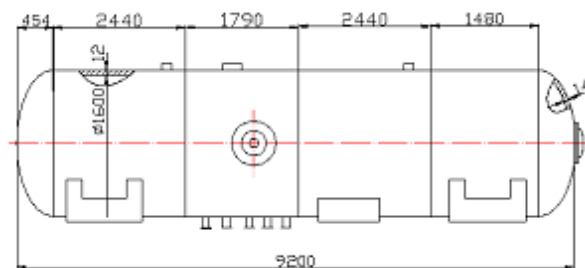


Рис. 1 - Автоцистерны для хранения, расходования и транспортировки сжиженного газа

Основные параметры аппарата: диаметр 1600 мм, толщина обечайки 12 мм, толщина днища 14 мм, изготовлена из стали 16ГС по ГОСТ 5520-79.

Рабочее давление 18.0 кгс/см², рабочая температура $(-40\div+50)^{\circ}\text{C}$, среда-бутан, пропан. При внутреннем осмотре сосуда была выявлена незначительная общая коррозия основного металла сосуда. Ультразвуковой толщинометрией (измерения проводились снаружи сосуда) было выявлено расслоение основного металла левой царги, причем зон расслоения было несколько. В центральной части царги минимальная толщина составляет 3.7÷6.5 мм, в левой части на расстоянии 100÷150 мм от сварного шва приварки левого днища к царге толщина составляет 5.5 мм, в правой части на расстоянии 150 мм от сварного шва 3.0 мм.

Согласно [11, 12] дефект расслоения является недопустимым дефектом и эксплуатация сосудов и аппаратов с таким дефектом не возможна. Однако, как показывает опыт проведения экспертизы промышленной безопасности сосудов с расслоениями запрещение эксплуатации не всегда является обоснованной. Эксплуатация сосудов с расслоениями без проведения ремонтных работ возможна с последующей разработкой мероприятий, позволяющих повысить уровень безопасности, например эксплуатация на сниженные параметры с ежегодным проведением неразрушающего контроля условия развития зоны расслоения.

При принятии решения об условиях эксплуатации необходимо учитывать и направленность расслоения. Так например при отсутствии выхода расслоения на поверхность и при расслоении параллельно поверхности металла возможно расчетным путем по максимальной толщине сплошного металла в зоне расслоения более обоснованное принятие решения по остаточному ресурсу и условиям эксплуатации сосудов и аппаратов.

В случае экономической или технической нецелесообразности ремонта выдается заключение об исключении сосуда из эксплуатации, как было сделано в данном случае.

Литература

1. Чучкалов, М. В. Многофакторное моделирование износных процессов и аналитическая оценка риска отказов сосудов / М.В. Чучкалов, Р.Г. Шарафиев // Безопасность труда в промышленности. - 2007.-№1 – С.60-64.
2. Гимранов Ф. М. Прогнозирование сценариев развития аварий на нефтехимических производствах/ Ф. М. Гимранов // Вестник Казанского технологического университета. -2010. -№ 5. -С. 158-161
3. Мамаева, Е. И. Расчетные зависимости для оценки скорости роста усталостных трещин в низколегированных сталях / Е. И. Мамаева, Ю. Г. Матвиенко, О. А. Приймак, С. В. Чуваев // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2008.- №2 – С.38-46.
4. Харламов, И.Е. Анализ параметров хрупкого разрушения для определения остаточного ресурса днища с дефектом типа расслоения/ И.Е. Харламов, С.И. Валеев, С.И. Поникаров, В.А. Булкин // «Теоретические основы создания, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими процессами и оборудованием»: материалы Международной научной конференции: сб. тр. Т. 2/- Иваново, 2007. С. 95-98.
5. Коновалов, Н.Н. Нормирование дефектов и достоверности неразрушающего контроля сварных соединений / Н. Н. Коновалов. – М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2004. – 242 с.
6. Химченко, Н.В. Неразрушающий контроль в химическом и нефтяном машиностроении / Н.В. Химченко, В.А. Бобров. - М.: Машиностроение, 1978. - 264 с.
7. Алешин, Н.П. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий / Н.П. Алешин, В.Г. Щербинский – М.: Высшая школа, 1991. - 271 с.
8. Гриб, В.В. Диагностика технического состояния оборудования нефтегазохимических производств. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1998. – 180 с.
9. Шрейдер, А. В. Влияние водорода на нефтяное и химическое оборудование / А. В. Шрейдер, И. С Шпарбер, Ю. И. Арчаков - М.: Машиностроение, 1976. – 144 с.
10. Булатова, А.З. Оценка опасности расслоений в металле конструкций на основе диаграммы трещиностойкости / А.З. Булатова, М. Н. Захаров, Е. М. Морозов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2010. - № 3 - С.41-46.
11. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов работающих под давлением: ПБ 03-576-03: утв. Госгортехнадзором России 11.06.03 : введ. в действие с 19.06.03. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 192 с.
12. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов : РД 03-421-01: утв. Госгортехнадзором России 06.09.01. – М. : Госгортехнадзор, 2002. – 130 с.