

УДК 631:004

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРИЧИН ПОТЕРИ СЛУЖЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ АВТОЦИСТЕРН ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЫРОЙ НЕФТИ

*А.В. Морозов, кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-97 alvi.mor@mail.ru*

*С.А. Яковлев, кандидат технических наук, доцент
8(8422) 55-95-97, jakseal@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

О.Н. Ярынкин, инженер – консультант

ООО «ЦЕНТРОТЕХ», р. п. Новоспасское Ульяновская обл.

*Е.А. Токмаков, студент 4 курса
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: Долговечность, прочность, трещина, выносливость, нефть.

В работе проанализированы условия эксплуатации автоцистерн для перевозки сырой нефти. Рассмотрены возможные причины образования трещин в корпусе автоцистерн.

Данная статья основана на исследованиях, полученных в результате выполнения хоздоговорной темы: «Исследование причин потери функционального назначения емкостей для перевозки сырой нефти с разработкой рекомендаций повышения их долговечности и технологии ремонта» (договор № 403-15 от 28.10.2015 г.).

Нефть, добываемая на месторождениях Поволжья, характеризуется сильным обводнением, высоким содержанием сероводорода (общее содержание сероводорода в нефти достигает 173 мг/л.) и сульфатовосстанавливающих бактерий (содержание клеток сульфатовосстанавливающих бактерий составляет 103 – 105 кл/мл), что оказывает большое влияние на снижение долговечности транспортирующего оборудования, особенно крупногабаритных и тонкостенных автоцистерн.

В результате анализа было установлено, что практически все автоцистерны для перевозки нефти изготавливаются из слаболегированной стали

09Г2С, отличающейся повышенной чувствительностью к воздействию сероводорода - склонностью к водородной хрупкости и трещинообразованию. Кроме того толщина стенки автоцистерны не превышает 4 мм, что с одной стороны облегчает конструкцию, особенно это важно на участках с весовым контролем, с другой стороны ее ослабляет за счет снижения жесткости.

Сварные соединения и околошовные зоны металлов являются в коррозионных условиях зоной наиболее вероятного аварийного разрушения корпусных листов автоцистерн [1].

Далеко не полные данные статистики аварийных разрушений в нефтедобыче показывают, что более 50% из всех аварий резервуаров приходится на появление внезапных трещин [2].

Наиболее серьезные трудности возникают в ходе ремонтных работ ослабленных коррозией листов цистерн, особенно, если они изготовлены из стали 09Г2С. Чтобы разработать меры по предотвращению такого разрушения металла, необходимо разобраться в причинах, которые вызывают такой тип разрушения, и на основе этого рекомендовать комплекс противокоррозионных и технологических способов, направленных на нейтрализацию этого негативного явления.

Появление трещин, связанных с сероводородным разрушением, как основного листового металла, так и металла сварных соединений (рисунок 1) в емкостях является распространенным случаем потери своего служебного назначения как стационарных, так и мобильных емкостей (цистерн).

Число факторов, которые способствуют хрупкому разрушению сварных конструкций, довольно велико. Это наличие дефектов в сварных швах неоднородностей в различных зонах сварных соединений, появление в шве остаточных напряжений, изменение свойств металла шва и околошовной зоны в результате коррозии и, особенно, сульфидно-водородного охрупчивания и старения металла. Кроме того, к этим факторам относятся низкая хладостойкость металла шва, влияние неблагоприятных эксплуатационных условий (низкие температуры, характер нагружения сварной конструкции или околошовной зоны). И наконец, надо учитывать общее коррозионное воздействие жидкой среды на зону сварного шва. К физико-механическим причинам, способствующим хрупкому разрушению, относят совокупное действие местного или общего снижения деформационной способности металла и (или) временное повышение напряжений в элементах конструкций. При этом важную роль в протекании хрупкого разрушения играет чувствительность металла к развитию трещин, что характерно для сталей 09Г2С [3].

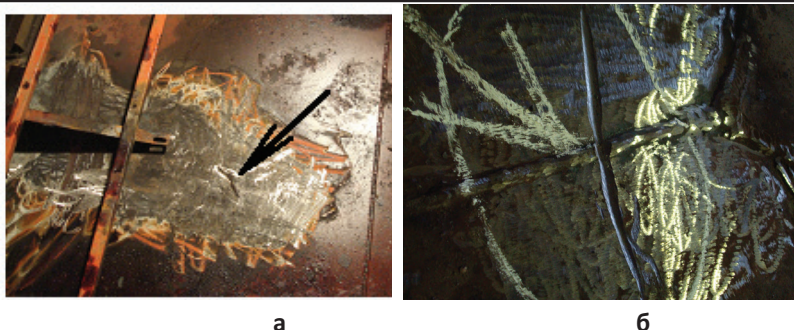


Рисунок 1 – Характерные трещины в листовом металле а и сварочном шве б автоцистерны

Основной причиной хрупкого разрушения сварных зон конструкции является временное резкое повышение напряжений (например, из-за низких температур), либо местное или общее понижение прочности металла в конструкции (из-за сероводородной коррозии) или же совокупное действие всех этих факторов.

Как уже указывалось ранее, сероводородная коррозия по отношению к черным металлам проявляет себя в двух формах: общей электрохимической коррозии, которая постепенно растворяет металл, тем самым утоньшает его стенку и приводит к преждевременному разрушению (см. рисунок 2). Такая коррозия бывает общей и местной (локальной), что намного опаснее для металла. Вторая форма коррозии тоже результат электрохимического процесса, но при этом часть водорода при катодной реакции проникает в металл, что существенно понижает его прочность и пластичность. При этом различают сульфидное индуцированное растрескивание металла, когда атомарный водород проникает в ненагруженный металл. Водород ослабляет прочность металла тем, что он образует в металле много пустот, щелей, т.е. разрыхляет структуру металла.

Во втором случае атомарный водород проникает в нагруженный металл, который находится под напряжением, что характерно для автоцистерн. Переливы нефти, неровности дорожного полотна, разрушение перегородок (см. рисунок 2) оказывают влияние на увеличение знакопеременных напряжений, как в листовом металле, так и в сварных швах. В этих условиях металл подвергается более глубоким физико-механическим изменениям, теряет пластичность и прочность и становится склонным к появлению трещин от небольших дополнительных нагрузок, особенно при низких температурах.



Рисунок 2- Характер разрушения перегородок автоцистерн

Анализ возможных причин образования трещин в автоцистернах для перевозки сырой нефти позволит в дальнейшем разработать комплекс превентивных мер, применение которых обеспечит существенное продление срока их эксплуатации.

Библиографический список

1. Владимиров А. И. Ремонт аппаратуры нефтегазопереработки и нефтехимии / А.И. Владимиров, В.И. Перемячкин // Учебное пособие. М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003.- 120 с.
2. Фармазанов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов/ С.А. Фармазанов // Учебник. 3-е изд., пререраб. и доп. М.: Химия, 1988. – 304 с.
3. Лабораторный практикум по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» / А.В. Морозов, В.О. Надольский, В.Б. Салов и др. Изд-во Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2009.

ANALYSIS OF CONDITIONS AND REASONS FOR LOSS OF OFFICE APPOINTMENT OF ROAD TANKERS FOR TRANSPORTATION OF CRUDE OIL

Morozov A.V., Yakovlev S.A., Yarynkin O.N., Tokmakov E.A.

Key words: Durability, durability, crack, endurance, oil.

The paper analyzes the conditions of operation of road tankers for transportation of crude oil. The possible causes for the cracks in the housing tank.