

Анализ динамики отказов промышленных нефтепроводов по количеству порывов (рис.2) также показывает, что количество порывов, вызванные внутренней коррозией, преобладают на промышленных нефтепроводах эксплуатируемых сроком до 5 лет.

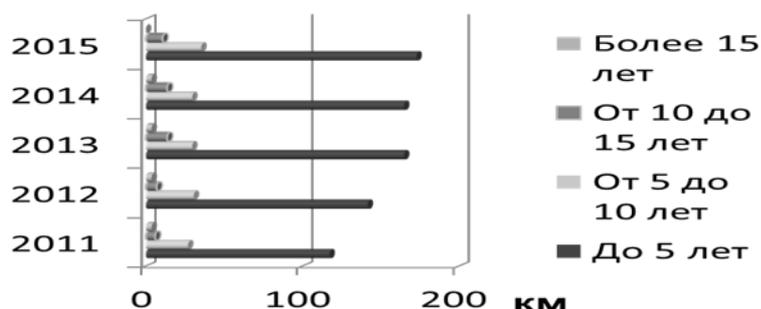


Рис.1. Анализ динамики отказов промышленных нефтепроводов по протяженности

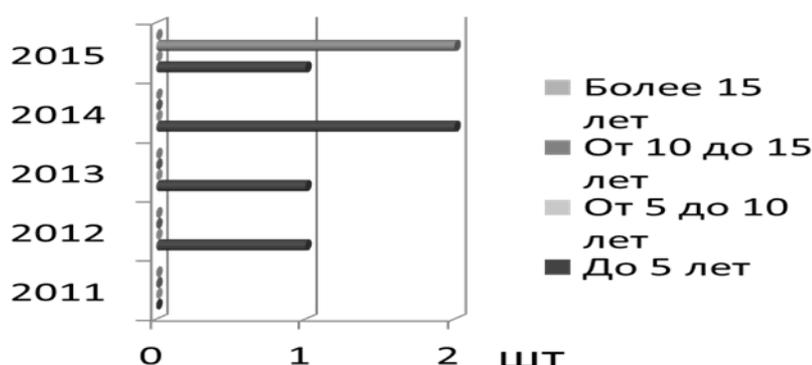


Рис. 2. Анализ динамики отказов промышленных нефтепроводов по порывам

Таким образом, оптимальным вариантом для повышения надежности эксплуатации промышленных нефтепроводов и продлении их срока эксплуатации на Кальчинском месторождении является применение механического метода защиты от коррозии, а именно внедрение стеклопластиковых труб. Исходными материалами для изготовления данных труб и фасонных изделий являются связующие (терморезистивные полимеры) и наполнитель (стекловолоконный ровинг). Трубы и фасонные изделия изготавливаются методом намотки на оправки стекловолокна, пропитанного связующим с последующим их отверждением. Материалы, из которых изготавливаются трубы и изделия, имеют высокую коррозионную стойкость, инертны по отношению к сероводороду, углекислому газу и другим агрессивным компонентам нефтепромысловых жидкостей. Их предельные концентрации в транспортируемых средах не ограничены. Трубы и фасонные изделия изготавливаются номинальным давлением 27,6 МПа (276 кг/см²). Минимальный коэффициент запаса прочности по герметичности для линейных труб и фасонных изделий-2,3. Максимальная температура транспортируемой среды +150 °С.

Внедрение стеклопластиковых труб на Кальчинском месторождении позволит исключить систематические отказы промышленных нефтепроводов, вызванные внутренней коррозией, а также продлит их срок эксплуатации до 20 лет, что повлечет за собой сокращение затрат на ремонт аварийных участков и ликвидацию аварий.

Литература

1. Технологический регламент по эксплуатации трубопроводов нефтесборной сети и трубопроводов системы поддержания пластового давления Кальчинского нефтяного месторождения. – Тюмень, 2012. – С. 12–16.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАНЖЕТ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДЕФЕКТНЫХ СЕКЦИЙ ТРУБОПРОВОДА

Д. О. Щербаков

Научный руководитель, доцент О. В. Брусник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождения газа и нефти в России расположены гораздо дальше от потребителей, чем в любой другой стране мира. Отсюда следует, что эффективность и надежность функционирования нефтяной и газовой промышленности во многом зависят от надежной и безопасной работы трубопроводных систем [1].

Из отчета Ростехнадзора следует, что в 2014 год экономический ущерб от аварий составил 96,5 млн руб., из них прямые потери от аварий составили 66,4 млн руб., затраты на локализацию и ликвидацию последствий аварий составили 27,95 млн руб., экологический ущерб - 1,7 млн руб., ущерб, нанесенный третьим лицам - 453,4 тыс. руб. [2].

Анализ результатов технических расследований аварий показывает, что основными причинами возникновения аварий в 75% случаях явилось воздействие внутренних опасных факторов связанных с физическим износом, коррозией металла трубы и растрескивания под напряжением.

Поэтому анализ и разработка эффективных ремонтных конструкций в виде многослойных бандажей из высокопрочных неметаллических материалов, которые будут использоваться для ремонта дефектов трубопроводов и при этом не приводящих к остановке процесса транспортировки энергоносителей, а также позволяющее во много раз сократить стоимость проведения ремонтных работ, представляется актуальной задачей.

Существует множество различных вариантов ремонтных муфт. Но все они делятся на обжимные и не обжимные, причем это касается как стальных, так и композиционных муфт. По РД ОАО «Транснефть» ремонт с применением не обжимной стальной муфты относится к «временному» методу ремонта, а ремонт с применением обжимной стальной муфты – к «постоянному». Принципиальное отличие обжимных муфт состоит в том, что они позволяют компенсировать внутреннее давление на дефектном участке за счет создания контактного давления снаружи [3].

При обзоре методов и материалов для проведения ремонтных работ особое внимание обращалось на способ проведения ремонта по технологии «Бритиш газ», или «КМТ» (композиционно-муфтовая технология). На дефектном участке центрируется и заваривается продольными швами, разрезная стальная муфта внутренним диаметром превышающая наружный диаметр трубопровода. Торцы муфты заполняются быстротвердеющим герметиком, а в образовавшееся межтрубное пространство через технологические отверстия нагнетается



Рис. 1. Установка муфты КМТ

полимерный отверждающийся компаунд. Это универсальная технология ремонта всех типов дефектов, к тому же, позволяющая, обходиться без остановки перекачки продукта. Из Рис. 1, можно представить объем земляных работ и масштабы привлечения специальной и тяжелой техники, трудовых ресурсов в процессе монтажа КМТ. Да и качество ремонта сильно зависит от строгого соблюдения технологии ремонта – например, при заполнении межтрубного пространства композитным материалом возможно образование воздушных пузырей, снижающих прочностные свойства данной муфты [4].

В последние годы, наиболее используются композитные бандажи на основе стеклянных и углеродных волокон, создана нормативная база на ремонт трубопроводов композитными системами, расширяется номенклатура используемых композитных материалов. Так, например, американская компания разработала уникальную технологию на основе композитных манжет Clock Spring.

Манжета представляет собой полосу высокопрочного композитного материала на основе однонаправленного специального стекловолокна с матричной памятью свёртывания.

Перед установкой манжеты все дефекты на поверхности трубы заделываются передающей нагрузку мастикой с высоким сопротивлением сжатию. Затем на ремонтируемый участок трубы наматывают композитную манжету, промазывая каждый виток полосы слоем быстротвердеющего прочного адгезива. После установки манжеты труба и три указанных компонента (полоса композита, мастика и адгезив) образуют единую систему с жесткостью, превосходящей новую трубу класса X80.

Манжета предотвращает аварии, снимая или снижая до допустимых нагрузки в местах дефектов, а также расширяя зону упругих деформаций в местах значительного истончения стенок трубы. Плотность прилегания манжеты к стенкам трубы и полная передача на неё избыточной нагрузки со стенок трубы обеспечиваются: матричной памятью; специальной мастикой, заполняющей все неровности и передающей нагрузку в местах дефектов; адгезивом, не позволяющим слоям манжеты перемещаться друг относительно друга и стенок трубы; установкой манжеты при пониженном давлении [8].

При возвращении рабочего давления установленная манжета сразу оказывается нагруженной и работает «без люфта», растягиваясь в радиальном направлении вместе со стенками трубопровода при изменении давления.

Способность манжеты Clock Spring снимать локальные напряжения и расширять зону упругих деформаций трубы позволяют ей сдерживать развитие стресскоррозии и предотвращать лавинообразное разрушение трубы, если в силу внешних факторов стресскоррозия всё же возникла.

Российские разработчики пошли дальше и предложили ремонтную стеклопластиковую муфту из ГАРС.

Витки муфты из композиционного материала, а также локальные участки стенки поврежденного трубопровода склеиваются и изолируются химстойким клеевым составом.

В результате проведенных научных исследований разработаны: муфты из гибкого анизотропного рулонированного стеклопластика (ГАРС) ТУ 2296 – 152 – 05786904 – 99; клеевые составы для ремонта каверн трубопроводов и склеивания витков муфт из ГАРС ТУ 2252 – 154 – 05786904 – 99; оборудование, на котором нарабатываются муфты из ГАРС.

Проведенные испытания муфт дали, следующие результаты:

1. Циклические испытания муфты, установленной на отрезке трубы диаметром 800 мм с предварительно нанесенным дефектом в виде трещины. Труба подвергалась воздействию циклических нагрузок в диапазоне от 20 до 60 кг/кв. см. После 20 000 циклов муфта не потеряла несущей способности.

2. По разработанным методикам Газпрома и «Востокэнергоэкспортстрой» проведены натурные производственные испытания муфт на предприятиях, транспортирующих газ и нефть [3].

По техническим характеристикам разработанные материалы и технология превосходят американский аналог фирмы «CLOCK SPRING» (таблица).

Таблица

Сравнительная таблица физико-механических характеристик муфт из ГАРС и манжет фирмы «Clock Spring» [3]

	Наименование показателей	Муфты из ГАРС	Манжеты Clock Spring
1.	Предел прочности при растяжении $G_{\text{раст}}$, Мпа	950	900
2.	Предел прочности при изгибе $G_{\text{изг}}$, Мпа	1 050	950
3.	Предел прочности при сжатии $G_{\text{сж}}$, Мпа	700	600
4.	Предел прочности при сдвиге $T_{\text{сдв}}$, Мпа	50	50
5.	Модуль упругости при растяжении $E_{\text{раст}}$, Мпа	52 000	38 000

Аналитический обзор показал, что в последнее время, как в мире, так и в России большое внимание уделяется методам ремонта трубопроводов с применением муфт типа «Clock Spring».

Существенное различие физико-механических характеристик материалов трубы и композита, требует более глубокого изучения их совместной работы как в упругой, так пластической области деформирования.

В этой связи, разработка новых конструктивных решений по применению композитных муфт и методам их расчета является актуальной темой исследования и будет продолжена в следующих работах.

Литература

1. Экономическая география, трубопроводный транспорт. URL: <http://geographyofrussia.com/truboprovodnyj-transport/>. Дата обращения-01.02.2016.
2. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. URL: <http://www.gosnadzor.ru/public/annual-reports/%D0%93%D0%94%202014.pdf>. Дата обращения-02.03.2016.
3. Романцов С. В. Экспериментальные исследования и практические разработки по стеклопластиковым муфтам в ООО "Севергазпром" / НТС "Транспорт и подземное хранение газа". – М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2005. - № 5, Дата обращения-30.01.2016.
4. С.М.Верещака. Прочность локальных дефектных участков стальных трубопроводов с ремонтным банджом из стеклопластика. Дата обращения-03.02.2016.
5. The American Society of Mechanical Engineers. Repair of Pressure Equipment and Piping. ASME PCC-2-2006. – N. Y.: ASME, 2006. Дата обращения-27.01.2016.
6. РД 153 39.4-067-00 «Методы ремонта дефектных участков действующих магистральных нефтепроводов».
7. ВСН 39-1.10-001-99 «Инструкция по ремонту дефектных труб магистральных газопроводов полимерными композиционными материалами». Дата обращения-05.02.2016.
8. Материалы с официального сайта The Clock Spring Company (www.cbckspring.com). Дата обращения-24.01.2016.