

$$r_{xy}(f_k, t_i) = Z_i^k. \quad (4)$$

Построение поверхности частотно-временной корреляционной функции сводится к размещению точек, полученных с помощью (4), в пространстве. На рисунке представлен вид поверхности частотно-временной корреляционной функции, полученных экспериментально сигналов.

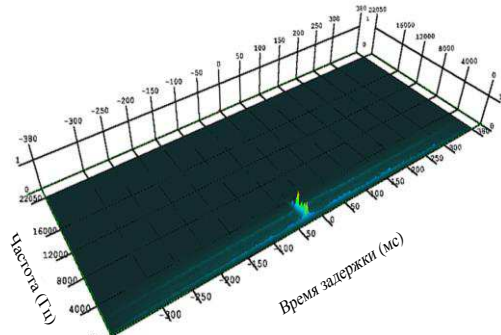


Рисунок 1. Поверхность частотно-временной корреляционной функции

нефтепроводах методом акустической эмиссии за счет частичного устранения его принципиальных недостатков. Кроме того, одновременное представление временной и спектральной информации на одной графической структуре (поверхности частотно-временной корреляционной функции), является более наглядным и упрощает работу оператора.

Сигналы снимались в следующих условиях: использовалась водопроводная труба диаметром 80мм, протяженностью 74м; утечка моделировалась посредством открытия резьбового отверстия; измерения производились пьезоэлектрическими акселерометрами с частотой опроса 44,1 кГц.

Применение частотно-временной корреляционной функции, позволяет более эффективно подавлять шумовые составляющие в полосе частот полезного сигнала, делая максимум функции более выраженным [8]. Кроме того, данный подход позволяет наиболее полно и наглядно представить данные об обрабатываемых сигналах [7].

Таким образом, применение частотно-временного корреляционного анализа потенциально способно повысить эффективность обнаружения течей в

Литература

1. Канева М. П., Протасов А. А., Коровин В. А., Подлеснова В. И. Формирование системы мониторинга состояния нефтепромысловых трубопроводов в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – 2007. - №18.
2. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов: учебно-практическое пособие / под ред. Ю. Д. Земенкова. – М.: Инфра-Инженерия, 2006. – 928 с.
3. Приказ Ростехнадзора от 12.03.2013 №101 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».
4. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору / Официальный сайт Ростехнадзора [Электронный ресурс]. URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (последнее обращение 24.02.2014).
5. Хасенова Д. Ф. Анализ методов обнаружения утечек, применяемых в параметрических СОУ // Молодёжь и наука: Сб. материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции [Электронный ресурс]. URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/thesis/s026/s026-058.pdf> (последнее обращение 26.02.2014).
6. Мамонова Т. Е. Методы диагностики линейной части нефтепроводов для обнаружения утечек // Проблемы информатики. – 2012. - №5. – С. 103-112.
7. Аврамчук В.С., Гончаров В.И., Чан В.Т. Частотно-временной корреляционный анализ в задачах определения координат утечек в трубопроводах // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 2. – С. 70–73.
8. Способ частотно-временного корреляционного анализа цифровых сигналов: пат. 2405163 Рос. Федерация. № 2009118627/28; заявл. 18.05.09; опубл. 27.11.09, Бюл. № 33. –10 с.).
9. Овчинников А.Л., Лапшин Б.М., Чекалин А.С., Евсиков А.С. Опыт применения течеискателя ТАК-2005 в городском трубопроводном хозяйстве // Известия Томского политехнического университета, 2008. -т. 312 -№2 - с. 196-202.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

А.Е. Чепрасов

Научный руководитель доцент А.В.Шадрина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Повышение требований к экологической безопасности и неуклонное старение существующих систем нефтепроводного транспорта ставят перечень важнейших задач по обеспечению надежности, предупреждению и снижению аварийных ситуаций. Эта задача может быть достигнута только при проведении реконструкции, технического перевооружения и проведения эффективных ремонтных работ.

В России практически повсеместно внедрена практика производства ремонтно-восстановительных работ на нефтепроводах с полной остановкой перекачки. Традиционные методы ремонта систем трубопроводного транспорта широко представлены в НТД АК «Транснефть»[4] Анализ технологических операций, выполняемых при использовании «традиционных» методах ремонта показывает: во-первых, что наиболее продолжительным, энергоемким и экологически опасным является процесс опорожнения трубопровода, который может занимать до 2/3 времени всех ремонтно-восстановительных работ. Это объясняется большим количеством нефти находящимся в ремонтном участке и малым уклонам местности

пролегания трубопроводов; во-вторых, наиболее трудоемким процессом производства работ является земляные работы по раскопке траншеи и обустройства котлованов.

При проведении ремонта традиционными методами необходимо наличие целого спектра энергоёмкого и тяжелого насосно-силового оборудования, емкостей или сооружений для временного хранения и приема нефти. Очевидно, что для усовершенствования системы ремонта существующих и широко применяемых методов в трубопроводном транспорте нефти, необходимо уменьшить затраты по времени на проведение ремонтных работ. Этого возможно добиться уменьшением участка опорожнения трубопровода, путем применения специальных устройств, вводимых внутрь трубопровода в любом требуемом месте и способных перекрывать его поперечное сечение, обеспечивая их надежную герметизацию, а также минимизировать затраты на проведение земляных работ. Для того чтобы сократить время и трудоемкость производства работ, связанных с отключением трубопровода привлекается большое количество персонала и машинной техники, повышаются риски не успеть выполнить поставленные задачи по ремонту трубопровода в отведенное время.

Логичным выглядит внедрение в традиционные методы ремонта технологий компании T. D. WILLIAMSON. Технология используется для монтажа байпасной линии для спуска перекрывающей головки в полость трубопровода. Процесс состоит из 4-х последовательных этапов:

1. Приварка специальных фитингов «СТОПЛЛ» на действующий трубопровод под давлением. Технология приварки и конструкция фитингов сертифицирована различными международными лабораториями. Конструкция может быть разработана в соответствии с индивидуальными требованиями.

2. Приварка временных задвижек «СЕНДВИЧ» на фланцы фитингов, врезка фитингов и монтаж временной байпасной линии.

3. Перекрытие полости трубопровода путем установки перекрывающих головок в трубопровод. Сброс продукта из отсекаемого участка. Вырезка/ремонт участка. Заполнение продуктом.

4. Установка заглушки «Локк-О-Ринг» во фланец фитинга и демонтаж оборудования.

Применение метода компании T. D. WILLIAMSON в трубопроводном транспорте нефти возможно и накладывает ряд преимуществ:

а) возможность выполнения ремонта без остановки перекачки продукта;

б) ремонт любого вида дефекта в трубопроводе;

в) затраты по времени минимальны относительно использования «традиционных» методов ремонта применяемых АК «Транснефть»;

г) уменьшаются затраты и нагрузка на обслуживающий персонал;

д) снижаются риски по загрязнению окружающей среды, а следовательно и финансовые нагрузки компании по уплате штрафов.

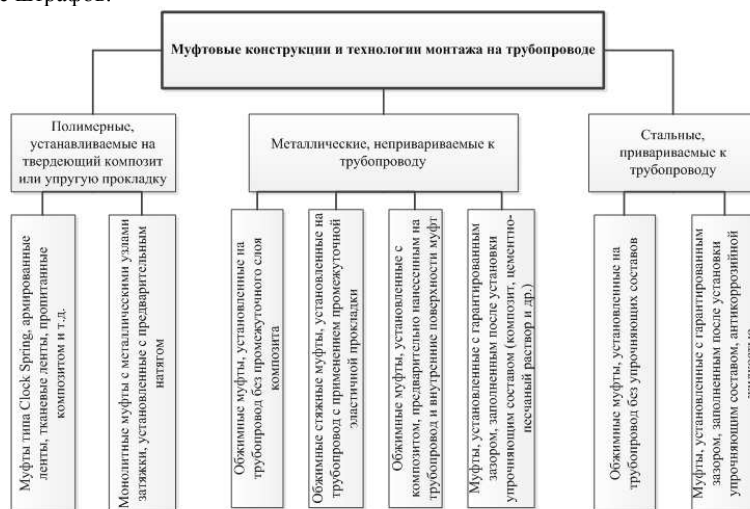


Рис. 1 Классификация конструктивно-технологических решений по ремонту трубопроводов с применением муфт

Одним из наиболее перспективных методов ремонта является КМТ ремонта. Технология ремонта включает использование двух стальных частей муфты большего диаметра относительно трубы, которые свариваются таким образом, чтобы конструкция охватывала поврежденный участок. При монтаже между трубой и муфтой необходимо выставить кольцевой зазор 30-40 мм. Кольцевой зазор с двух сторон заполняется быстро схватывающим материалом, а затем заполняется жестким композитом при очень низком давлении [3].

В результате анализа муфтовых конструкций разработана классификация конструктивно-технологических решений по ремонту трубопроводов с применением муфт (рис. 1). Классификация представлена в виде блок-схемы трех уровней. Первый уровень отражает конструкции муфт и технологии их монтажа на трубопроводе. Второй уровень отражает материал, из которого изготовлена конструкция, и основной технологический элемент установки муфт на трубопровод. Третий уровень характеризует конструктивные и технологические особенности ремонтной конструкции.

Согласно 12-ти сформулированным принципам эффективности ремонта наиболее эффективным с точки зрения технической эффективности отвечает композитно-муфтовая технология [2].

Таблица 1

Оценка технической эффективности технологий ремонта методом установки муфт

Принципы эффективного ремонта	Стальные муфты	Clock Spring	КМТ
1. Ремонт без остановки перекачки	+	+	+
2. Восстановление прочности нефтепровода	+	+	+
3. Срок службы ремонтной муфты не менее срока службы нефтепровода	+	+	+
4. Безопасность проведения ремонта	+	+	+
5. Отсутствие сварочных работ на нефтепроводе	-	+	+
6. Минимальные затраты времени и труда	-	+	+
7. Возможность перехода на 100% использование отечественных материалов	+	-	+
8. Минимальные конструктивные отличия для ремонта дефектов различных типов	+	+	+
9. Возможность ремонта протяжных дефектов	+	-	+
10. Возможность ремонта трещин	-	-	+
11. Возможность ремонта сквозных дефектов	+	-	+
12. Практический опыт в условиях эксплуатации более 10 лет	+	-	+
Итого выполняется требований:	9	7	11

Основные преимущества КМТ ремонта:

- позволяет сократить до минимума время производства работ;
- исключает остановку перекачки продукта;
- повышает безопасность выполнения ремонтных работ за счет исключения сварочных работ на поверхности действующего трубопровода;
- полностью восстанавливает прочность и ресурс дефектосодержащих участков и создать постоянную ремонтную конструкцию сроком не менее 30 лет.

К сожалению, в некоторых случаях, осложненных невозможностью проведения ремонтных работ на поверхности трубопровода, таких как подводные переходы, приходится применять более дорогие и технологически сложные методы ремонта. К ним относится передовой метод ремонта полимерным рукавом. Немецкая фирма Preussag разработала технологию санации изношенных трубопроводов полиэтиленовыми трубами без уменьшения сечения (метод CIPP), основанную на использовании тканевого полиэтиленового шланга и специального оборудования, смонтированного в кузове грузового автомобиля.

Метод заключается в том, что полимерный рукав вводится во внутреннюю поверхность трубопровода. Под давлением рукав расправляется и за счет клеящего состава прилипает к стенке трубопровода. Затем санлируемый трубопровод пропаривается для полного отвердевания клея. (рис. 2).

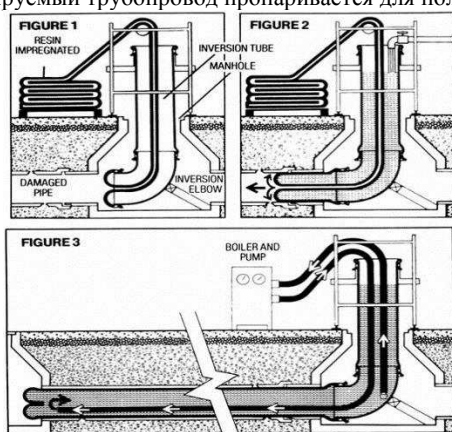


Рис. 2 Схема проведения ремонта трубопровода, метод CIPP

Преимуществами этого метода является сохранение диаметра изношенного трубопровода и высокое качество отремонтированного трубопровода, срок службы которого достигает 50 лет. К недостаткам следует отнести большую трудоемкость и высокую стоимость работ [1].

На рис. 3 представлена схема выбора технологии ремонта в зависимости от вида повреждений.

Разработанная схема выбора ремонта участка трубопровода в зависимости от вида повреждения, наличия трудовых и временных ресурсов позволяет выбрать наиболее оптимальный метод ремонтно-восстановительных работ.

На стратегию ремонта нефтегазопроводов сказываются такие немаловажные факторы как безопасность работ и охрана окружающей среды, бесперебойные поставки продукта транспортировки до

потребителя. Применение того или иного метода ремонта – это всегда компромисс между стоимостью ремонта и экологичностью, безопасностью и надежностью производства работ.



Рис. 3 Схема выбора технологии ремонта в зависимости от конкретного вида повреждений

Литература

1. Бобылев А.М., Бобылев А.А. Бестраншейная замена изношенных трубопроводов полиэтиленовыми трубами. – М.: РОБТ, 1997. № 5. С. 17–21.
2. Черняев К.В., Васин Е.С. Система безопасной эксплуатации и продления срока службы магистральных нефтепроводов. Трубопроводный транспорт нефти. – М.; 1998. – №11. – С. 16–21.
3. Композитно-муфтовая технология ремонта. – Электронная библиотека «Нефть-Газ». URL: <http://ngks.weatherford.ru/ru/service/composite-sleeve-repairs.html> Дата доступа: 21/02/2012.
4. РД 153-39.4-067-04 «Методы ремонта дефектных участков действующих магистральных нефтепроводов» URL: <http://docs.cntd.ru/document/471803258> Дата доступа: 25/03/2008.