

ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОЙ ЛЕНТЫ ЛИАМ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПЕРЕИЗОЛЯЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ

Некрасова А.П., Хайрутдинов Ф.Ш., Семиков Ф.Ш.,
Шмаков В.А., Черкасов Н.М., Гладких И.Ф., Гумеров К.М.

Приводятся данные, характеризующие неудовлетворительное состояние изоляционного покрытия ряда магистральных нефтепродуктопроводов. Для восстановления изоляционного покрытия экспертами предложено использовать ленту ЛИАМ. Асмольная составляющая ленты образует на поверхности металла дополнительный защитный слой за счёт химического взаимодействия молекул, что обеспечивает высокие защитные свойства покрытия. Результаты испытаний показывают, что процесс нанесения покрытия на основе ленты ЛИАМ в трассовых условиях является технологичным. Покрытие может наноситься как при положительных, так и при отрицательных температурах. Качество нанесенного изоляционного покрытия соответствует требованиям технических условий и ГОСТ Р 51164-98.

Введение

В 2005 году экспертами ГУП «ИПТЭР» проведена экспертиза промышленной безопасности нескольких магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП), в том числе МНПП «Альметьевск–Н.Новгород» с целью определения технического состояния и условий дальнейшей безопасной эксплуатации.

Данный трубопровод диаметром 508-530 мм протяжённостью 578 км построен в 1954 – 1961 годах, введён в эксплуатацию в 1957-1961 годах. Испытательное давление при сдаче в эксплуатацию 7,5 МПа, разрешенное рабочее давление после обследований 4,0 МПа, фактическое давление на перекачивающих станциях не более 3,0 МПа. Изоляционное покрытие на битумной основе. Активная защита от коррозии осуществляется от СКЗ нефтепровода и газопровода, проложенных в том же техническом коридоре, путем установки «глухих» перемычек в точках дренажа. Сварные стыки выполнены дуговой сваркой с применением подкладных колец, которые не позволяют проводить внутритрубную диагностику. С 1982 года до настоящего времени трубопровод эксплуатировался при пониженных рабочих давлениях в циклическом режиме. Количество циклов в течение года составляло не более 70.

При экспертизе безопасности МНПП проверялись следующие показатели:

- состояние металла труб и сварных соединений;
- состояние изоляционного покрытия,

- эффективность системы электрохимической защиты,
- нагрузки, действующие на трубопровод,
- дефектность трубопровода (металла и сварных соединений).

Экспертиза показала следующее:

1. По запасам прочности, пластичности, ударной вязкости остаточный ресурс металла труб и сварных соединений составляет более 40 лет при рабочих давлениях до 4,0 МПа.

2. Изоляционное покрытие трубопровода практически исчерпало свои защитные свойства и требуется её замена. На более чем 20 процентах от общей протяженности трубопровода повреждения изоляционного покрытия составляют от 10 до 50 %. Из-за старения изоляционных материалов (битума) покрытие стало проницаемым для влаги и других компонент, что приводит к ускорению коррозии труб под изоляционным покрытием.

3. Система электрохимической защиты работает эффективно на участках трубопровода, где отсутствуют протяженные дефекты изоляции. На участках, где протяженность дефектов изоляции превышает 10 %, наблюдается повышенная потеря защитного тока и снижение защитного потенциала по отношению к нормативному значению. На этих участках активная защита перестает быть эффективной, даже если сами станции катодной защиты работают исправно.

Здесь ещё необходимо учитывать, что в одном техническом коридоре проложены несколько трубопроводов, и все они имеют общую катодную защиту. Если один из трубопроводов имеет протяжённые дефекты изоляции, то он становится анодом по отношению к другим параллельно расположенным трубопроводам, у которых изоляционное покрытие в удовлетворительном состоянии. Это ускорит процесс коррозии трубопровода, у которого изоляционное покрытие исчерпало свой ресурс (в данном случае это – МНПП «Альметьевск–Н.Новгород»).

4. Несмотря на ускорение коррозии, на обследованных участках трубопровода толщина стенки труб не вышла за пределы проектных показателей. Об этом свидетельствуют результаты шурфовых обследований.

5. На момент обследования отсутствуют опасные нагрузки (остаточные, монтажные, термические, конструкционные, от действия грунта и воды), которые

могли бы привести к разрушению трубопровода при рабочих давлениях до 4,0 МПа.

6. Все участки трубопровода, обследованные акустико-эмиссионным методом, не содержат активных дефектов, представляющих опасность для трубопровода. Обнаруженные при шурфовых обследованиях дефекты труб и сварных соединений пока не представляют опасности, если они в дальнейшем не будут расти из-за недостаточной защиты от коррозии.

Таким образом, главная опасность для данного трубопровода исходит от неудовлетворительного состояния изоляции. Поэтому важнейшим условием обеспечения безопасности трубопровода при дальнейшей длительной эксплуатации является замена изоляции. Если замедлить с заменой изоляции, то ускорившаяся коррозия металла выведет из строя весь трубопровод.

Большое значение имеет выбор изоляционных материалов для ремонта трубопровода. В первую очередь, изоляционные материалы и технологии ремонта должны быть приспособлены для ведения работ в трассовых условиях. Материалы должны отвечать большому набору достаточно противоречивых требований (адгезия, переходное сопротивление, механические свойства, долговечность, технологичность в разных климатических условиях, стоимость, доступность и др.), которые можно объединить одним словом - эффективность.

Экспертами рекомендовано обратить внимание на изоляционную ленту ЛИАМ [1-3], которая имеет очень важное отличительное свойство. Благодаря химическому взаимодействию асмольной мастики с металлом покрытие образует на поверхности металла дополнительную защитную пленку, непроницаемую для воды и других участников коррозии. Это приводит к существенному повышению всех защитных свойств покрытия, включая долговечность [4]. Другие изоляционные материалы, известные в трубопроводном транспорте, таким свойством не обладают.

Учитывая, что проблема, поднятая на примере МН “Альметьевск–Н.Новгород”, характерна для многих магистральных нефтепродуктопроводов, Компанией АК “Транснефтепродукт” решено провести специальные испытания ленты ЛИАМ.

Цель испытаний:

- отработка технологии нанесения изоляционного покрытия на основе ленты ЛИАМ на трубопроводы “АК “Транснефтепродукт”;
- оценка качества покрытия и эффективности технологии при работе в трассовых условиях при положительных и отрицательных температурах;
- определение целесообразности применения данной технологии на магистральных нефтепродуктопроводах “АК “Транснефтепродукт”.

Программа испытаний предусматривала 2 этапа работ с привлечением специалистов ОАО “АК “Транснефтепродукт” и разработчика ленты ЛИАМ – Научно-исследовательского Центра “Поиск” (г. Уфа):

Этап 1. Демонстрация и стендовые испытания технологии нанесения изоляционного покрытия ЛИАМ на трубопровод при положительных и отрицательных температурах. Проведение контроля качества покрытия по ГОСТ Р 51164 [5]. Обсуждение результатов испытаний. Ознакомление с нормативной базой и разрешительной документацией, с методами контроля качества покрытия в трассовых условиях. Составление протокола испытаний и заключения.

Место проведения испытаний – производственная база ОАО “Средне-Волжский Транснефтепродукт”, г. Казань. Время испытаний январь-1-я декада февраля 2006 г.

Этап 2. Демонстрация нанесения изоляционного покрытия ЛИАМ в трассовых условиях при отрицательных температурах. Контроль качества покрытия по ГОСТ Р 51164. Обсуждение результатов испытаний. Обсуждение вопросов по технологии работ и техническому оснащению ремонтных бригад. Составление протокола испытаний и заключения.

Место проведения – участок МНПП “Кириши – Санкт-Петербург” (ОАО “Петербургтранснефтепродукт”). Время испытаний – 3-я декада февраля 2006 г.

Организация и результаты испытаний

Первый этап испытаний проводился в период 2–8 февраля 2006 г. на производственной базе ОАО «Средне-Волжский Транснефтепродукт». Проводились работы по нанесению изоляционного покрытия на основе ленты ЛИАМ–3 (зимняя) по ТУ 2257-016-16802026-99 (с изм. № 1) и оберточной

полимерной липкой ленты "Полилен-ОБ" толщиной 0,6 мм. Изоляция наносилась на две трубы \varnothing 377 мм длиной по 10 м каждая, установленные на опоры. Один стэнд с трубой установлен в помещении производственной базы, второй – на территории базы. Температурные условия во время нанесения изоляции:

- в помещении температура воздуха составила от 0 до плюс 1°C, температура поверхности трубы – плюс 1°C;
- на территории базы температура воздуха составила от минус 17°C до минус 18°C, температура поверхности трубы – минус 17°C.

До нанесения изоляционного покрытия рулоны ленты ЛИАМ хранились при положительной температуре. Перед нанесением изоляционного покрытия поверхность труб очищалась от ржавчины и окалины до 4 степени очистки по ГОСТ 9.402-80. Очистка производилась вручную, при помощи металлических щеток. После очистки сухая и чистая поверхность труб покрывалась асмольным праймером по ТУ 2312-021-16802026-2000. Праймер наносился сплошным ровным слоем по всей поверхности труб без сгустков и пропусков при помощи растирочного полотенца устройства типа «беличье колесо» (рисунок 1). Изоляционное покрытие и оберточный слой на обе трубы накладывались тем же устройством ровно, без пустот и гофр с нахлестом от 30 мм. Ширина ленты ЛИАМ-3 (зимняя) - 225 мм, ширина оберточной ленты 225 мм.



Рисунок 1. Устройство изоляционное типа «беличье колесо»

Таким образом, конструкция изоляционного покрытия включала:

- асмольный праймер;
- ленту ЛИАМ-3 в один слой;
- ленту оберточную полимерную липкую "Полилен-ОБ" в один слой.

Проверка адгезионной прочности покрытия при отслаивании от загрунтованной поверхности трубы и в нахлесте осуществлялась через 4 суток после нанесения (согласно технологической инструкции при температурах окружающего воздуха ниже плюс 10°C адгезия проверяется через 3-5 суток).

Температура окружающего воздуха и поверхности трубы, а также адгезия определялись электронным адгезиметром АМЦТ-3. Проверка толщины покрытия осуществлялась электронным толщиномером «Константа К5». Диэлектрическая сплошность проверялась искровым дефектоскопом «Крона 1Р» из расчета напряжения 5 кВ на 1 мм толщины. Все применяемые приборы прошли поверку в центре стандартизации и метрологии РБ (г. Уфа).

Температурные условия при контроле качества изоляционного покрытия:

- температура воздуха в помещении составила от 0 до плюс 1 °С, температура поверхности трубы – плюс 1 °С;
- температура воздуха на территории базы составила от минус 25 °С до минус 28 °С, температура поверхности трубы – минус 25 °С.

Толщина изоляционного покрытия составила:

- на трубе, расположенной в помещении – от 2,7 мм до 2,9 мм;
- на трубе, расположенной на территории – от 2,3 мм до 2,7 мм.

Адгезия к металлической поверхности на трубе, расположенной внутри помещения, составила 5,0 кгс/см, в нахлесте – 4,5 кгс/см. Отрыв когезионный (на поверхности трубы остается мастичный слой).

Адгезия ленты ЛИАМ к металлу на трубе, расположенной на территории базы, не определялась, т.к. температура составила минус 25 °С, однако при отрыве ленты мастика полностью оставалась на поверхности трубы (рисунок 2), при ударе металлическим молотком мастика частично скалывается, но остается на поверхности металла.

Пробой при напряжении 15 кВ отсутствует.

Поперечные сварные швы специально врезанной в трубу катушки заполнены мастичной композицией, отсутствуют «шатровые» зоны.



Рисунок 2. При отрыве изоляционного покрытия асмольная мастика остается на поверхности металла (температура минус 25 °С)

По результатам первого этапа испытаний *комиссия отметила и решила:*

1. Процесс нанесения покрытия на основе ленты ЛИАМ является технологичным. Покрытие может наноситься как при положительных, так и при отрицательных температурах. Качество нанесенного изоляционного покрытия соответствует требованиям НТД и ГОСТ Р 51164-98.

2. В опытно-промышленном порядке использовать ленту ЛИАМ для капитального ремонта магистрального нефтепродуктопровода “Альметьевск – Н.Новгород”.

3. Согласовать ТУ на ленту ЛИАМ с Компанией ОАО “АК “Транснефтепродукт”.

4. Организовать мониторинг используемых в Компании ОАО “АК “Транснефтепродукт” изоляционных покрытий с привлечением специалистов НИЦ “Поиск”.

5. Заизолированные в процессе выполнения первого этапа Программы трубы с покрытием ЛИАМ использовать вставкой в действующий нефтепродуктопровод с последующим мониторингом привлечением специалистов НИЦ “Поиск”.

Второй этап испытаний проводился в период 21–22 февраля 2006 г. в ОАО «Петербургтранснефтепродукт» на участке магистрального продуктопровода «Кириши – Санкт-Петербург» диаметром 325 мм (ПК 406) без остановки перекачки продукта. Нанесение изоляционного покрытия по ТУ 2245-023-16802026-2000 производилось устройством типа «беличье колесо» без остановки перекачки (рисунок 3). На начальной и концевой части длиной по 1 м покрытие наносилось вручную.



Рисунок 3. Нанесение изоляционного покрытия в трассовых условиях.

Условия нанесения:

- температура окружающего воздуха – минус 6°С;
- влажность воздуха – 80-90 %;
- атмосферные осадки в виде легкого снегопада;
- температура поверхности трубы – плюс 9-10°С;
- давление в трубопроводе 2,5 МПа.

Все работы производились согласно технологической инструкции по применению и нанесению защитного покрытия на основе мастичных лент ЛИАМ.

Участок трубопровода длиной 10 м был вскрыт ниже нижней образующей на 0,7 м. Перед нанесением изоляционного покрытия поверхность трубы очищалась от старой изоляции вручную. Очищенный участок трубопровода укрывали от осадков брезентовым покрывалом. Сухая поверхность труб

покрывалась асмольной грунтовкой по ТУ 2312-021-16802026-2000. Грунтовка наносилась сплошным ровным слоем без сгустков и пропусков по всей поверхности трубы при помощи растирочного полотенца механизма типа «беличье колесо». Изоляционная лента накладывалась на трубу с мастичным слоем ровно, без пустот и гофр с нахлестом 25–30 мм. Оберточный слой ленты "Полилен-ОБ" накладывался со смещением на половину ширины изоляционной ленты ЛИАМ с нахлестом 25–30 мм. При настройке устройства “беличье колесо” наблюдались небольшие гофры оберточного слоя на длине 2-3 м вначале участка. Дальше обертка наносилась без гофр.

Ширина ленты ЛИАМ-3 (зимняя) и оберточной ленты "Полилен-ОБ" – 225 мм. Конструкция изоляционного покрытия включала:

- асмольную грунтовку;
- ленту ЛИАМ-3 в один слой;
- ленту оберточную полимерную липкую "Полилен-ОБ" в один слой.

Контроль качества изоляционного покрытия проводился теми же приборами, которые применялись на первом этапе испытаний. Внешний вид покрытия, диэлектрическая сплошность, толщина покрытия определялись после его нанесения. Адгезия к загрунтованной поверхности и в нахлесте определялась через сутки после нанесения.

Изоляционное покрытие ровное, цельное, плотное, без пустот и складок, за исключением обертки на начальном участке изолируемого трубопровода. В конце участка наблюдалось уменьшение размера нахлеста. Пробой при напряжении 15 кВ отсутствует. Толщина изоляционного покрытия определялась в четырех точках и составила от 2,5 до 2,8 мм. Толщина покрытия в нахлесте от 4,9 до 5,2 мм. Адгезия к металлической поверхности составила 5,21 кгс/см, в нахлесте 3,57 кгс/см.5. Отрыв когезионный (т.е. по мастичному слою).

По результатам второго этапа испытаний *комиссия отметила и решила:*

1. Процесс нанесения покрытия на основе ленты ЛИАМ в трассовых условиях является технологичным. Покрытие может наноситься как при положительных, так и при отрицательных температурах. Качество нанесенного изоляционного покрытия соответствует требованиям технических условий и ГОСТ Р 51164-98.

2. В опытно-промышленном порядке использовать ленту ЛИАМ для капитального ремонта магистральных продуктопроводов ОАО «Петербургтранснефтепродукт».

3. ООО НИЦ «Поиск» организовать обучение персонала технологии работ с лентой ЛИАМ в трассовых условиях (в случае применения ленты ЛИАМ на трубопроводах Компании).

Литература

1. ТУ 2245-023-16802026-2000. Покрытие на основе ленты ЛИАМ и термоусаживающейся ленты.

2. ТУ 2257-016-16802026-99 (с изм. № 1). Лента изоляционная ЛИАМ.

3. ТУ 2312-021-16802026-2000. Грунтовка асмольная.

4. Черкасов Н.М., Гладких И.Ф., Гумеров К.М., Субаев И.У. Асмол и новые изоляционные материалы для подземных трубопроводов. - М.: Недра, 2005. –205 с.

5. ГОСТ Р 51164- 98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.