

РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ КОМПАНИИ ЗМ

Г.В. Трофименко, директор по продажам отдела специальных и защитных материалов, ЗАО «ЗМ Россия»

Основной принцип защиты трубопроводов от коррозии заключается в создании на поверхности трубы антикоррозионного покрытия, совместимого с катодной защитой. Поэтому оператору важно правильно выбрать тип покрытия (систему антикоррозионной защиты) и правильно его нанести в соответствии с техническим регламентом, рекомендованным производителем покрытий.

Компания ЗМ обладает большим опытом реализации проектов по восстановлению трубопроводов по всему миру, один из примеров – проект по ремонту и восстановлению газопровода RC660 в провинции Аюттхая (Таиланд), где было применено жидкостное эпоксидное покрытие.

Несколько старых сухопутных участков трубопровода, таких как газопровод RC660, который проходит через провинции Аюттхая и Сарабури, первоначально для защиты от коррозии были покрыты эмалью на основе каменноугольной смолы. На протяжении многих лет воздействие внешних природных факторов, таких как почвенная коррозия (в почве всегда находится влага и растворенные в ней соли), циклический перепад температур и другие, привели к потере адгезии защитного антикоррозионного покрытия к металлу на многих секциях трубопровода.

Анализ проводимых с 1997 г. измерений градиента потенциала постоянного тока (DCVG) говорит о постепенном снижении уровня показателя эффективности на газопроводе RC660, невзирая на регулярный ремонт покрытия эпоксидно-каменноугольной эмалью и полиолефиновой лентой холодного нанесения. Стоит отметить, что оценка состояния покрытия методом измерения DCVG не столь эффективна, в случаях, когда имеют место большие зоны отслоения покрытия (заполненные воздухом области между покрытием и подложкой), особенно в нижней части трубопровода.

В связи с этим Нефтяное управление Таиланда, собственник данного газо-

провода, приступило к реализации проекта по ремонту и восстановлению антикоррозионного покрытия, необходимость которого была обусловлена и такими факторами, как утечки газа, финансовые потери, риск для безопасности людей и, в особенности, для поселений, расположенных по пути следования трубопровода, потеря пропускной способности из-за пониженного давления при работе.

Существует два распространенных метода восстановления покрытия трубопроводов – ремонт трубопровода в траншее и ремонт отдельных труб вне ее. В данном случае возможности для проведения ремонта вне траншеи не было, т.к. подача газа не могла быть остановлена. Длина открытых участков трубы достигала 25 м между опорами, трубы фиксировались без временной опоры для обеспечения качества нанесения антикоррозионного покрытия. При ремонте траншейным методом котлованы роют таким образом, чтобы расстояние между ними выполняли роль поддерживающих опор для тру-

бы. Основным способом определения открытых длин была способность подвесной трубы поддерживать себя без потери устойчивости.

На основании референс-листа и характеристик производительности, в качестве основного покрытия для восстановления трубопровода было выбрано жидкое эпоксидное покрытие ЗМ™Scotchkote™323.

Эпоксидные покрытия широко используются для защиты от коррозии подземных стальных трубопроводов. Эпоксидные смолы, также известные как полиэпоксиды, представляют собой термореактивный полимер, полученный в результате реакции взаимодействия эпоксиды с полиамином. Жидкие эпоксидные смолы удовлетворяют всем критериям эффективности для стандартных наплавляемых эпоксидных покрытий (FBE). Жидкое эпоксидное безрастворительное покрытие ЗМ™Scotchkote™323 (содержание сухого остатка – 100%) обеспечивает оптимальную целостность и плотное адгезионное соединение на покрываемом участке. Отверждение в течение

Таблица 1. Пробои в системе покрытия трубопровода и расчетный срок эксплуатации

Система покрытия	Расчетный срок эксплуатации, лет	Фактический срок службы, лет
Эмаль на основе каменноугольной смолы	20–40	21 минимум
Однослойное порошковое эпоксидное покрытие	30–40	Неизвестен
Трехслойная система антикоррозионной защиты*	40	Неизвестен

* Трехслойная система защиты состоит из эпоксидного порошкового покрытия (1-й слой), слоя адгезива (2-й слой), и внешней полиолефиновой оболочки (3-й слой).

Таблица 2. По физико-химическим характеристикам современные покрытия на основе жидких эпоксидных материалов близки к покрытиям на основе порошковых материалов

Тест/параметр	Однослойное порошковое эпоксидное покрытие	Жидкие эпоксидные покрытия
Отслаивание покрытия при катодной поляризации 14 дней, 65 °С, 1,5 В, мм радиуса	4,3	6,5
Прохождение водяного пара	0,71 г/24 ч. м ² /0,45	0,71 г/24 ч. м ² /0,45
Тест на ударную прочность – ASTM G-14, 16 мм туп, 24 °С, Дж	2,4	2,8
Время до засыпки, минут при 24 °С	Немедленное	160

Таблица 3. Минимальные критерии приемлемости для ремонтных материалов

Параметр	Требование	Метод теста
Катодное отслаивание (28 дней) при температуре +23 °С или –2 °С	Максимальный радиус < 5 мм. Нет пузырей	Стандарт NACE RP0394
Ударопрочность	5 Дж (30 дюймов – Л.Б.) минимум при 24 °С (75 °F)	ASTM G 14
Адгезия	> 2000 фунтов на квадратный дюйм	Метод прямого отрыва

двух часов при температуре воздуха 35 °С позволяет быстро устанавливать трубу в траншею с последующей ее засыпкой, сокращая общее время выполнения всех ремонтных работ.

Оригинальное покрытие из эмали на основе эпоксидно-каменноугольной смолы было удалено вручную с помощью латунных молотков и скребков. Поверхность вырытой траншеи была покрыта брезентом для сбора соскобов и мусора, чтобы обеспечить минимальное воздействие на окружающую среду. Ручной процесс удаления прошел относительно быстро (до 20 м/ч), в т.ч. за счет наличия больших участков отслоения оригинального покрытия из эмали на основе эпоксидно-каменноугольной смолы в некоторых частях трубопровода.

В результате произведенных замеров стенок труб с участками коррозии было выявлено точное количество требующих ремонта труб, а также обнаружены основные причины дефектов: повреждения труб при строительстве и повреждении, возникшие в результате замыкания линий электропередачи. Для восстановления целостности трубы по мере необходимости применялись компримитные рукава. Поверхность труб подверглась пескоструйной обработке с использованием речного песка до достижения шероховатости поверхности в 75 мкм. Следы масла, жира и других загрязнений были удалены растворителем. Песок был выбран в качестве абразивной среды в связи с легкостью использования и удобством транспортировки.

Согласно критерию состояния окружающей среды (EHS), очистка труб проводилась в закрытом тентом простран-

ГАЗОПРОВОД RC660 В ПРОВИНЦИИ АЮТТХАЯ

Год постройки: 1983

Расчетный срок службы: 20 лет

Период ремонта/восстановления: с 2005 по 2008 г. (на 21-м году службы)

Код трассы трубопровода: RC660

Длина: 33,915 км

Тип покрытия: эпоксидно-каменноугольная эмаль

Наружный диаметр трубы: 16 дюймов (40,64 см)

Толщина стенки трубы: 6,35 мм, 7,9248 мм

Трубы класса: X42

Глубина закладки: 1,5–3 м

стве, а для минимизации запыленности воздуха использовался насос. Временной интервал между очисткой поверхности и ее дальнейшим покрытием составил не более 4 часов во избежание возникновения ржавчины, которая могла появиться из-за высокого уровня влажности воздуха.

Жидкое эпоксидное покрытие 3М™ Scotchkote™ 323 наносилось вручную с помощью многокомпонентного безвоздушного распылителя. Для достижения баланса вязкости двух компонентов базовый компонент был предварительно разогрет до 60–65 °С. Толщина покрытия была установлена на уровне номинальной толщины в 500 мкм с допуском +/-20%.

На восстановленных участках проводилась проверка на 100%-ную диэлектрическую однородность покрытия по стандарту NACE SP0490-2007 при 2300 В/500 мкм. Недостаточная толщина слоя покрытия (пробои) отмечалась достаточно редко, основной ее причиной были насекомые, налип-

шие на свежеекрашенные поверхности. Ремонт пробоев производился жидким эпоксидным покрытием 3М™ Scotchkote™ 323BG, имеющим более высокую вязкость по сравнению с первичным покрытием (3М™ Scotchkote™ 323).

Кинетика отверждения покрытия 3М™ Scotchkote™ 323 позволила засыпать траншеи, не дожидаясь полного отверждения покрытия в трубе, оно произошло уже под землей.

В тропических условиях Таиланда покрытие было готово для обслуживания и проверки в течение 1,5–2 часов, без необходимости внешнего нагрева труб. Это было важно, так как дожди в провинциях Таиланда непредсказуемы.

После восстановления покрытия газопровода потребление тока катодной защиты сократилось примерно на 45% (до 13 с 20 А).

Система жидких эпоксидных покрытий Scotchkote™ компании 3М сегодня получила признание как надежное решение для защиты трубопроводов от коррозии благодаря своей производительности, эффективной катодной защите и удобству использования.

3М

ЗАО «3М Россия»

121614, г. Москва,

ул. Крылатская, д. 17/3,

БЦ «Крылатские Холмы»

Тел: +7 (495) 784-74-74

(многоканальный)

Тел: +7 (495) 784-74-79 (call-центр)

Факс: +7 (495) 784-74-75

http://www.3MRussia.ru/ispd