

КОГДА ЭФФЕКТИВНЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

ЗАО «Протекор»

В настоящее время в нефтегазовой отрасли нарастающими темпами продолжается строительство, реконструкция и капитальный ремонт газо- и нефтетранспортных систем. По оценкам независимых экспертов, в настоящее время износ основных фондов газо- и нефтетранспортных систем может превышать 50 %, в том числе вследствие коррозионных разрушений. Поэтому качественное выполнение антикоррозионных работ и использование качественных материалов при строительстве и капитальном ремонте, срок службы которых сопоставим с нормативным сроком службы газонефтепроводов, отводов, оборудования на объектах газовой и нефтяной промышленности позволит не только снизить расходы, связанные с повторной переизоляцией антикоррозионных систем, но и, несомненно, повысить надежность и безопасность систем магистральных газонефтепроводов в целом.

Для трассового нанесения покрытий на магистральные трубопроводы в грунтах с пониженной коррозионной активностью традиционно используются битумно-мастичные покрытия, полимерные ленты, комбинированные мастично-ленточные покрытия, с использованием систем ЭХЗ. Однако для капитального ремонта и изоляции новых трубопроводов системы транспорта нефти и газа, которые эксплуатируются в «жестких» условиях – северных районах или при повышенной коррозионной активности грунтов – экономически и технологически эффективно применение термореактивных антикоррозионных покрытий (см. табл.1), несмотря на кажущуюся «экономичность» традиционных трёхслойных изоляционных систем.

Среди термореактивных антикоррозионных покрытий, внесенных в реестры разрешённых к применению материалов ОАО «Газпром» и ОАО АК «Транснефть», также есть существенные технологические и экономические отличия. Поэтому к выбору оптимальной и эффективной технологии изоляции и ремонта наружных покрытий магистральных трубопроводов необходимо подходить очень внимательно и детально.

Ремонт или изоляция трубопроводов в трассовых условиях с использованием термореактивных покрытий обладает рядом преимуществ по сравнению с битумными и ленточными покрытиями. Это высокие защитные свойства покрытия и как следствие более длительная и надежная эксплуатация трубопроводов. При гарантированном сроке службы термореактивных покрытий в 25 – 30 лет (практикой подтверждаются сроки в 45 – 50 лет) и сравнительном сроке службы ленточных и битумных изоляций 5 – 12 лет создается дополнительный экономический эффект, за счет меньшего количества (или отсутствия в принципе) повторных ремонтно-восстановительных работ при длительной эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли.

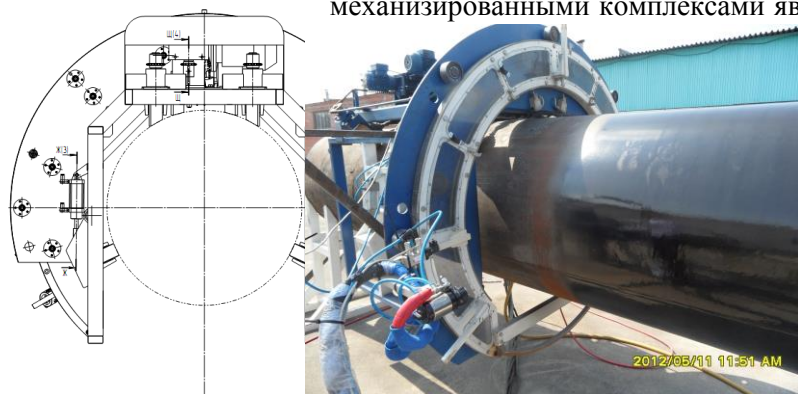
Нанесение термореактивных покрытий осуществляется при помощи безвоздушного распыления установками с ручным нанесением покрытия или с использованием автоматизированных систем. При локальном, точечном нанесении покрытий в трассовых условиях мобильными группами могут применяться методы ручного безвоздушного распыления. Однако весьма интересным событием для изоляции протяжённых участков трубопроводов при необходимости быстрых темпов работ, минимальных потерь материалов и высокого качества покрытий может явиться применение автоматизированных систем безвоздушного распыления. В мировой практике накоплен значительный опыт применения данных комплексов. Данный метод существенно экономичнее, достигается лучшее качество покрытий при использовании комбинированных автоматизированных методов очистки и окраски объектов линейной части магистральных трубопроводов.

Из всех сертифицированных по Техническим Требованиям ОАО «Газпром» и ОАО «АК «Транснефть» термореактивных материалов, пригодных для нанесения автоматизированными комплексами, быстрополимеризуемые до состояния закопки изолированных трубопроводов

материалы наиболее эффективны. Большинство термореактивных покрытий со временем полимеризации более 1 часа нельзя считать эффективной заменой трёхслойным системам. Сертифицированный в соответствии с Заключением № 31323949-020-2013 ООО «Газпром ВНИИГАЗ» противокоррозионный полиуретановый двухкомпонентный материал **Protegol UR-Coating 32-60** (производства TIV Chemicals AG, Германия) со временем полимеризации до состояния заковки 20 минут при положительных температурах окружающей среды надёжен, долговечен и экономически сравним с традиционными системами при механизированной изоляции и переизоляции линейной части магистральных трубопроводов. На итоговый показатель экономичности технологии с применением материалов Protegol UR-Coating 32-60 по сравнению с традиционными материалами при существенно более низкой стоимости собственно традиционных материалов влияет, компенсируя эту стоимостную разницу, весь комплекс характеристик и свойств таких термореактивных покрытий, как Protegol UR-Coating 32-60:

- отсутствие температурных ограничений при эксплуатации покрытия (от -50 до +80 °С);
- сравнительное увеличение скорости выполнения изоляционных работ за счёт сертифицированной небольшой толщины покрытия, быстрой полимеризации, отсутствия дополнительных операций по нанесению слоёв, что актуально в особенности при работах в сложных условиях и при действующих трубопроводах, а также ремонтпригодности покрытия и оперативной возможностью надёжной изоляции сварных стыков с помощью картриджной технологии или ремонтной модификации материала;
- существенное снижение стоимости покрытия в расчёте на 1 кв.м поверхности за счёт относительно низкой плотности материала (1,2 г/см³), соответственно пониженного расхода, увеличения безремонтного периода;
- экологичности и безопасности нанесения покрытия за счёт отсутствия растворителей в компонентах материала, негорючести, отсутствия веществ критического класса опасности.

Весомым фактором при сравнении экономичности традиционных технологий и технологий с механизированными комплексами являются затраты на технологическое оборудование.



Стоимость автоматизированного комплекса безвоздушного нанесения покрытий у мировых лидеров производства таких комплексов (США, ФРГ, Словакия, Франция и др.) может быть достаточно высока. Но разработка отечественных аналогов даёт возможность существенно снизить цену комплекса.

Рис.1. Установка кольцевого нанесения термореактивных материалов ЗАО «Протекор» УКН-210

Для сравнительной характеристики различных изоляционных систем при нанесении покрытий автоматизированными комплексами принимаются условия магистрального трубопровода Ду 1020 мм с применением абразивоструйного комплекса для подготовки поверхности и окрасочного комплекса для нанесения противокоррозионного покрытия Protegol UR-Coating 32-60 с толщиной от 1,5 мм.

Технические параметры абразивоструйного комплекса УКН-210(А):

- Линейная скорость движения абразивоструйного комплекса 0,3 – 1 пог. м/мин;
- Степень очистки поверхности трубы – мин. Sa 2,5;
- Производительность абразивоструйной очистки 1 – 3,5 м²/мин;
- Скорость вращения рабочего кольца 10 – 20 мин⁻¹

Технические параметры окрасочного комплекса УКН-210:

- Линейная скорость движения окрасочного устройства – 0,4 – 1,2 пог. м/мин;
- Производительность до 3,5 м²/мин;

- Толщина нанесения покрытия 1,5 – 2,0 мм;
- Скорость вращения 20 – 30 мин⁻¹
- Длина соединительных кабелей между установкой и аппаратной 15 – 25 м;
- Потребляемая мощность комплекса 50 – 60 кВт.

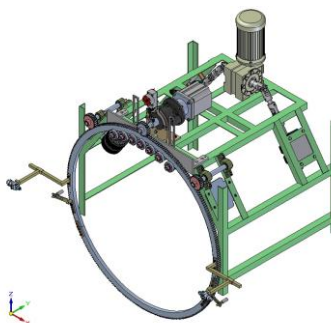


Рис.2. Блок управления установкой кольцевого нанесения

Абразивоструйный и окрасочный комплексы имеют достаточную продольную устойчивость, на качественное нанесение покрытия установками не влияет фактор эллипсности трубы в сечении, комплексы также устойчивы в части преодоления ими вертикальных и горизонтальных уклонов до 15°.

Для оценки эффективности модели автоматизированного безвоздушного распыления материалом Protegol UR-Coating 32-60 по отношению к методам защиты трубопровода комбинированным мастично-ленточным покрытием в трассовых условиях и автоматизированным нанесением термореактивного покрытия со стандартным временем полимеризации до состояния заковки/полимеризации 4-8 часов проводится сравнительный технико-экономический анализ по следующим параметрам:

- темпы и срок выполнения изоляционных работ в течение периода службы трубопровода после проведения капитального ремонта (срок службы принят 25 лет);
- комплексные затраты на производство антикоррозионных работ (на оборудование, персонал, материалы, земляные работы и работы по подготовке и нанесению покрытия, диагностику и контроль покрытия и др). Для расчётов принята условно идентичная скорость и затраты на подготовку поверхности для последующего покрытия Protegol UR-Coating 32-60 и типового термореактивного покрытия с длительным временем полимеризации. Скорость и затраты на подготовку поверхности при последующем нанесении ленточных покрытий относительно ниже в связи с возможностью менее тщательной подготовки поверхности (Sa 2).

Затраты на производство работ в трассовых условиях разбиты в расчётах на подблоки производственных затрат, детально сформулированные следующим образом:

- на противокоррозионные материалы;
- на прочие материалы (абразивный материал, расходные материалы, средства индивидуальной защиты и прочие)
- на заработную плату персонала
- на перебазировку оборудования и материалов
- на эксплуатацию оборудования, технических средств
- на амортизацию основных средств
- на инструмент
- на непредвиденные расходы

В стоимостной оценке эффективности изоляционных систем (с применением Protegol UR-Coating 32-60, с применением традиционных битумно-мастичных технологий, и с применением стандартных термореактивных материалов со временем полимеризации до заковки 4-8 часов и больше) сохранена весовая доля каждой из затратных статей в общей стоимости работ (методика разработана Лабораторией неразрушающего контроля ЗАО «Протекор»). Рассматриваемый объект изоляции – 1 погонный километр магистрального трубопровода диаметром 1020 мм с объемом изоляционных работ 3140 м². Тип работ - переизоляция (капитальный ремонт изоляционного покрытия). Производственные ресурсы – стандартный для всех трёх систем изоляции комплекс техники, машин и оборудования для земляных работ и абразивоструйной

очистки и подготовки поверхности перед изоляцией, рабочий персонал в количестве 15 человек. Для расчётов отдельно оценены технические ресурсы для нанесения изоляционных покрытий:

- для Protegol UR-Coating 32-60 автоматизированный комплекс для нанесения антикоррозионного покрытия УКН-210, производства ЗАО «Протекор»;
- для битумно-полимерных систем - типовые машины «ПТ-НН» (производства ООО «Промтех-НН», Россия);
- для стандартного термореактивного материала со длительным временем полимеризации (4-8 часов до заковки) автоматизированный комплекс для нанесения покрытий.

Условия производства работ подразумевают достаточно развитую инфраструктуру региона, и для расчётов работы производятся в летний период. Результаты расчета сведены в таблицу 1.

Таблица 1. МОДЕЛЬ ЗАТРАТ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДА С НАНЕСЕНИЕМ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ НОРМАТИВНОЙ ТОЛЩИНЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

в условных единицах на 1 погонный километр трубопровода

№	Параметр	Покрытие		
		Protegol UR-Coating 32-60	Ленточное покрытие	Термореактивное покрытие с длительным временем полимеризации
1	Темпы выполнения изоляционных работ, м ² /час	90 ¹	40	13
2	Срок выполнения работ	90 часов	110 часов	≥240 часов
3	Затраты на земляные работы (планировка, снятие плодородного слоя, разработка траншеи, вскрытие, подкоп т/п, подбивка грунта, засыпка траншеи, рекультивация) тыс.у.е.	238,0	258,0	278,0
4	Стоимость проведения работ по контролю (дефектоскопия стыков, осмотр тех. состояния т/п, контроль качества покрытия) тыс. у.е.	50,0	55,0	65,0
5	Затраты на эксплуатацию оборудования (трассировка, расстановка строительной техники, перемещение, ГСМ, ТО, ремонт, амортизация)	261,7	297,3	318,3
6	Затраты, связанные с персоналом (перебазировка, заработная плата), тыс.у.е.	149,8	182,8	224,5
7	Прочие и непредвиденные расходы, тыс. у.е.	14,8	14,8	14,8
8	Стоимость противокоррозионных работ без учета стоимости материалов ² (очистка т/п от старой изоляции, абразивоструйная очистка трубы, противокоррозионная механизированная изоляция), тыс.у.е.	714,3	807,9	900,6
9	Стоимость изоляционного материала ³ , тыс.у.е.	188,8	36,3	162,0

¹ С учётом времени сушки покрытия до состояния заковки (для Protegol UR-Coating 32-60 на 1 трубу диаметром 1020 мм длиной 11 погонных метров - 20 минут)

² ∑(3,4,5,6)

³ Исходя из практического расхода по "Временными рекомендациям по расчёту расхода материалов полиуретановых покрытий" Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО "Газпром"

10	Общая стоимость проведения одного ремонта ⁴ , тыс.у.е.	903,1	844,2	1062,6
11	Ориентировочный срок эксплуатации покрытия, лет	40	15	25
12	Число ремонтов изоляционного покрытия в течение срока службы трубопровода (30 лет)	0,75	2,0	1,2
13	Общие затраты на ремонт за 30 лет⁵, тыс.у.е.	677,3	1688,4	1275,1

Модель сравнения затрат на капитальный ремонт трубопровода с нанесением противокоррозионных покрытий механизированными комплексами, а также накопленный отечественный и зарубежный опыт показывают, что для трассового нанесения при учёте всей совокупности факторов обоснованно подходят защитные покрытия, получаемые на основе высоковязких, жидких, не содержащих органических растворителей, двухкомпонентных (основа + отвердитель) термореактивных и **быстроотверждаемых** материалов, каковым и является Protegol UR-Coating 32-60.

⁴ $\sum(7,8,9)$

⁵ $(10*12)$