

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО НАНЕСЕНИЮ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

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 анткоррозионных 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 анткоррозионных 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 мастиично-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 анткоррозионных покрытий (см.табл.1), несмотря на кажущуюся «экономичность» традиционных трёхслойных изоляционных систем.

Среди термореактивных анткоррозионных покрытий, внесенных в реестры разрешенных 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.

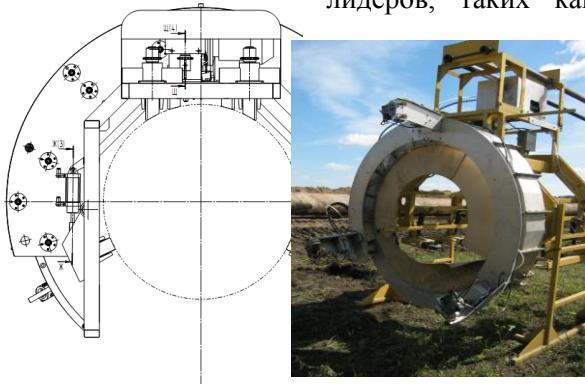
Нанесение термореактивных покрытий осуществляется при помощи безвоздушного распыления установками с ручным нанесением покрытия или с использованием автоматизированных систем. При локальном, точечном нанесении покрытий в трассовых условиях мобильными группами могут применяться методы ручного безвоздушного 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 № 31323949-021-2007 ООО «ВНИИГАЗ» анткоррозионный полиуретановый двухкомпонентный материал **Protegol UR-Coating 32-60** (производства TIB Chemicals AG, Германия) со временем полимеризации до состояния закопки 20 минут при положительных температурах окружающей среды надежен, долговечен и экономически сравним с традиционными системами при механизированной изоляции и переизоляции магистральных трубопроводов.

Стоимость автоматизированного комплекса безвоздушного нанесения покрытий достаточно высока, и по различным оценкам может составлять от 15 миллионов рублей у мировых лидеров, таких как Incal Pipeline Rehabilitation Inc., США. Но

разработка отечественных аналогов даст возможность снизить цену комплекса в 3 – 3,5 раза. 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 анткоррозионного покрытия Protegol UR-Coating 32-60 с толщиной от 1,5 мм.

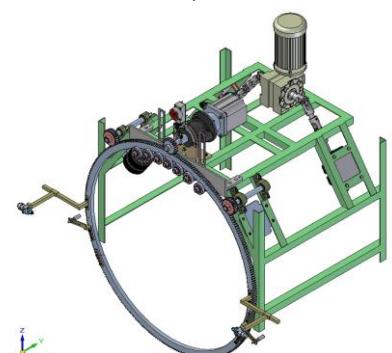


Технические параметры абразивоструйного комплекса УКН-210(А):

- Линейная скорость движения абразивоструйного комплекса 0,3 – 1 пог. м/мин;
- Степень очистки поверхности трубы – минимум Sa 2,5;
- Производительность абразивоструйной очистки 1 – 3,5 $\text{м}^2/\text{мин}$;
- 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 $\text{м}^2/\text{мин}$;
- 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 порядка 50 – 60 кВт.



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 метода автоматизированного безвоздушного распыления материалом Protegol UR-Coating 32-60 по отношению к методам защиты трубопровода комбинированным мастиично-ленточным покрытием в трассовых условиях и автоматизированным нанесением термореактивного покрытия со стандартным временем полимеризации до состояния закопки/полимеризации 4-8 часов проводится сравнительный технико-экономический анализ следующих параметров:

- 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 антикоррозионные 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 закопки 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 раздельно оценены технические ресурсы для нанесения изоляционных покрытий:

- для Protegol UR-Coating 32-60 автоматизированный комплекс для нанесения антикоррозионного покрытия УКН-110, 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 закопки) автоматизированный комплекс для нанесения покрытий тип «CPCO» в составе комплекса компании «INCAL PIPELINE REHABILITATION» (США).

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

Таблица 1. ПРАКТИЧЕСКИЙ УСЛОВНЫЙ РАСЧЁТ ЗАТРАТ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДА С НАНЕСЕНИЕМ АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ НОРМАТИВНОЙ ТОЛЩИНЫ

в условных единицах на 1 погонный километр трубопровода

Параметр Покрытие	Protegol UR-Coating 32-60	Ленточное покрытие	Термопреактивное покрытие с длительным временем полимеризации
Темпы выполнения изоляционных работ, м ² /час	90 ¹	40	13
Срок выполнения работ	90 часов	110 часов	≥240 часов
Затраты, связанные с персоналом (заработка плата, суточные, налогообложение, размещение, страховка и прочее), у.е.	321,8	393,3	802,3
Затраты на эксплуатацию оборудования (расход горюче-смазочных материалов, ремонтно-восстановительные работы, техническое обслуживание), у.е.	473,8	578	637,6
Затраты на перебазировку персонала, материалов, оборудования, у.е.	150	183	150
Амортизация основных фондов, у.е.	60	73,2	180
Затраты на приобретение расходных материалов, сиз, приборов контроля, инструмента, у.е.	200	200	250
Прочие и непредвиденные расходы, у.е.	100	100	180
Земляные работы/рекультивация у.е.	150	150	150
Стоимость проведения работ по контролю качества	90	90	90
Накладные расходы	300	300	400
Стоимость антикоррозионных работ без учета стоимости материалов, у.е.	1745,6	1967,5	2839,9
Стоимость изоляционного материала, у.е.	4080	785	3502,3
Общая стоимость проведения одного ремонта, у.е.	5925,6	2852,5	6342,2
Ориентировочный срок службы покрытия, лет	40	10	25
Число ремонтов изоляционного покрытия в течение срока службы трубопровода (30 лет)	1	3	2
Общие затраты на ремонт за 40 лет, у.е.	5925,6	7131,25	6342,2

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

Результаты сравнения, а также накопленный отечественный и зарубежный опыт показывают, что для трассового нанесения в наибольшей степени подходят защитные покрытия, получаемые на основе высоковязких, жидких, не содержащих органических растворителей, двухкомпонентных (основа + отвердитель) термореактивных материалов, каковым и является Protegol UR-Coating 32-60. Применение быстро отверждающихся двухкомпонентных систем наружных покрытий Protegol UR-Coating 32-60, наносимых методом "горячего" безвоздушного распыления рабочей смеси, позволяет получать достаточно толстое покрытие с оптимальным комплексом физико-механических и защитных свойств.