

СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ТРУБОПРОВОДА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

И.Ф. КАЛАЧЕВ

Первый зам. директора ООО «ТТД Татнефть»
по научно-производственному обеспечению д.т.н., профессорЛенинградск
ttd@tatneft.ru**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** износ трубопровода, защитные покрытия, увеличение срока эксплуатации трубопровода

Ежегодно в нефтедобывающей отрасли строятся и вводятся в эксплуатацию тысячи километров промысловых трубопроводов различных диаметров и различного назначения, а их общая протяженность исчисляется сотнями тысяч километров. Циклические нагрузки, растягивающие напряжения, внутреннее и наружное рабочее давление в комбинации с эрозионным и коррозионным воздействием транспортирующей среды, перекачиваемым в турбулентном гидравлическом режиме, приводят к отказам трубопроводов через короткий период эксплуатации, если не применять современные методы защиты.

Многие нефтегазодобывающие предприятия имеют трубопроводы, которые прослужили 12 лет и более. Из-за резкого увеличения обводненности добываемой нефти скорость коррозии трубопроводов возросла с 0,04 до 6 мм в год. В настоящее время средний срок службы стальных незащищенных труб составляет три года, вместо 10, водоводов в системе ППД – два года, а в агрессивных средах срок службы труб без покрытия меньше еще в три-четыре раза.

Развитие и технический прогресс таких отраслей промышленности, как нефтяная, газовая, химическая, теплоэнергетика, машиностроение, судостроение и др., в значительной мере зависят от обеспечения их трубами, обладающими высокими эксплуатационными характеристиками – коррозионной стойкостью, износостойкостью, хорошими механическими свойствами.

Если произвести оценки по 10-бальной шкале общей коррозионной стойкости металла труб для нефтяных промысловых условий и оценка их стоимости, то, из таблицы видно, трубы из коррозионно-стойкого металла очень дорогие. Применение их оправдано только на весьма ответственных объектах.

Защита стальных трубопроводов от коррозии

Долговечность работы трубопроводов, изготовленных из малостойких сталей (сталь 10, 20 и т.д.) напрямую зависит от эффективности их противокоррозионной защиты.

Наружные изоляционные покрытия обеспечивают первичную («пассивную») защиту стальных трубопроводов от коррозии, выполняя функцию «диффузионного барьера», через который затрудняется доступ к металлу коррозионноактивных агентов грунта.

Но, очень важно в добывающей промышленности, при эксплуатации буровых труб, насосно-компрессорных труб и линейных труб, защитить внутреннюю поверхность металла трубы от контакта с транспортируемой коррозионноактивной средой.

История применения защитных покрытий стальных трубопроводов насчитывает более века, однако до сих пор не все проблемы в этой области решены. Постоянно повышается качество защитных покрытий трубопроводов, практически каждые 10 лет появляются новые материалы, новые технологии и оборудование для нанесения покрытий в

заводских и полевых условиях.

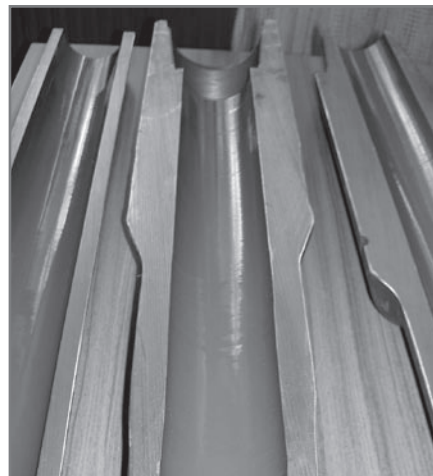
Цель защитного покрытия стальных поверхностей труб:

- обеспечить защиту от коррозии в течение определенного срока в период монтажа, эксплуатации и ремонта
- защита стали от коррозионного растрескивания
- уменьшение статической усталости в сероводородсодержащей среде
- препятствие образования солевых и асфальта - смолистых отложений
- уменьшение износа при добыче нефти установками скважинных штанговых насосов (УСШН), возникающего вследствие контакта штанговых муфт или центраторов с телом трубы
- снижение гидравлического сопротивления всего лифта

Современные напыляемые внутренние покрытия для покрытия труб – однослойные и двухслойные. Однослойные покрытия говорят сами за себя: один слой является защитным барьером от проникновения агрессивной среды к стальной поверхности. Он же является самодостаточным для условий эксплуатации – достаточно прочен при ударе, истирании, достаточно термостоек. Однослойные покрытия бывают ►

Коррозионностойкость трубных сталей	Скорость коррозии стали, мм/год	Балл	КС
1. Совершенно стойкие	менее 0,001	1	12
2.1. Весьма стойкие	0,001 – 0,005	2	11
2.2. Весьма стойкие	0,005 – 0,01	3	10
3.1. Стойкие	0,01 – 0,05	4	8
3.2. Стойкие	0,05 – 0,1	5	7
4.1. Пониженно-стойкие	0,1 – 0,5	6	5
4.2. Пониженно-стойкие	0,5 – 1,0	7	3
5.1. Малостойкие	1,0 – 5,0	8	1
5.2. Малостойкие	5,0 – 10,0	9	0,8
Нестойкие	более 10,0	10	0,5

Где, КС – коэффициент увеличения стоимости труб относительно Сталь 20



полиэпоксидные, но чаще – полиуретановые или полимочевинные.

Двухслойное покрытие построено по другому принципу. Защищает трубу внутренних, относительно тонкий слой – праймер. Но он недостаточно стоек к удару, особенно при низких температурах, недостаточно прочен при истирании... Проще говоря, защитный слой сам нуждается в защите от внешней среды. Для этого поверх наносится второй, мастичный слой. Но при этом слои должны быть прочно соединены между собой. Двухслойные покрытия, как правило, содержат слои разной природы. Внутренний – эпоксидный, наружный – полиуретан, модифицированный полиуретан, реже – полиэпоксид.

Для того чтобы защитное покрытие эффективно выполняло свои функции, оно должно удовлетворять целому ряду требований, основными из которых являются:

- низкая проницаемость агрессивных сред
- высокие механические характеристики
- высокая и стабильная во времени адгезия покрытия к стали
- стойкость к катодному отслаиванию
- хорошие диэлектрические характеристики
- устойчивость покрытия к старению
- стойкость к температурным воздействиям
- максимально возможный срок эксплуатации

Эпоксидное покрытие не экранирует катодную защиту, имеет повышенную водонепроницаемость, причем водопоглощение носит насыщающий характер. Переходное сопротивление, снижающееся в начальный период эксплуатации, стабилизируется. Покрытие становится проницаемым для токов катодной защиты, сохраняя высокие барьерные свойства по отношению к кислороду и ионам коррозионной среды. Оно обеспечивает эффективную защиту металла в широком интервале потенциалов катодной поляризации при низких плотностях тока за счет пассивации поверхности металла продуктами катодной реакции, в том числе под потерявшим адгезию покрытием. Эпоксидное покрытие имеет великолепные показатели по адгезии к металлу, высокие термостойкость и влажностойкость, низкое значение катодного отслаивания. Вместе с тем, эпоксидный слой относительно хрупок, имеет недостаточную эластичность и, как следствие, прочность при ударе. Полиуретан эластичен, прочен при ударе, стоек к атмосферному воздействию, технологичен (быстро твердеет), но по показателям адгезии и термостойкости уступает эпоксидному. Как правило, требует специфического оборудования и не может наноситься при отрицательных температурах.

При выборе покрытия необходимо учитывать три положения:

- Идеального покрытия не существует. Любое покрытие имеет как преимущества, так и недостатки. Тот, кто утверждает обратное – либо ничего не

понимает в этой области, либо задача его проста: продать. Продать любой ценой.

- Выбор подходящего покрытия – всегда компромисс. Каждый раз, выбирая преимущество в одной области, Вы жертвуете чем-то в других.
- Нельзя рассматривать материал без сопровождения. Материал – лишь часть проблемы выбора. Останутся ещё технология и оборудование для нанесения, технологичность процессов, сервис и т. д.

Заказчик расставляет приоритеты, определить, какие из параметров покрытия являются первичными, самыми важными, а какие вторичными – ими можно жертвовать для достижения первичных. Сведения о материалах, уже присутствующих на рынке и технологии покрытий постоянно совершенствуются.

Опыт эксплуатации труб в течении последних 35 лет наглядно показывает эффективность использования внутренних защитных покрытий как метод защиты от коррозии и продлении срока их службы, то есть перевод из малостойких в весьма стойкие трубопроводы с увеличением КС до 3.

Одно из основных направлений в повышении эффективности работы трубопроводов – разработка и внедрение различных технологий изоляции труб в заводских условиях, как с наружным, так и с внутренним покрытием. Использование данных технологий позволяет ускорить темпы прокладки трубопроводов, уменьшить трудозатраты, повысить надежность и долговечность в несколько раз их противокоррозионной защиты. При изоляции труб в заводских условиях, осуществляется постоянный контроль за качеством исходных изоляционных материалов и защитных покрытий в целом, проводится контроль на всех технологических стадиях покрытий стальных труб. Открываются большие возможности для широкого внедрения высокоэффективных

изоляционных материалов и новых конструкций защитных покрытий, которые не могут быть реализованы в полевых условиях. В зависимости от условий эксплуатации трубопровода, нефтяникам требуются стальные трубы с различными типами покрытий и из материалов и труб из композиционных материалов, которые эффективно будут работать на промыслах.

В настоящее время трубная промышленность России существенно расширила сортament поставляемых стальных труб, повысило качество (допускаемые отклонения по наружному диаметру будут снижены до $\pm 0.75\%$ вместо $\pm 1.25\%$ в настоящее время, а по толщине стенки до $\pm 10.0\%$ против $\pm 12.5\% - 15\%$ в настоящее время и т. д.). Эти показатели качества направлены на повышение надежности и соответствуют требованиям лучших зарубежных стандартов API 5L (США), DiN 1629, DiN 17175 (Германия), Yis 3441 (Япония).

В ОАО «ТАТНЕФТЬ» создано оборудование и организовано производство для нанесения полимерного, цементно-песчаного покрытия на внутреннюю поверхность и полимерную двух и трёхслойную наружную изоляцию повышенной надёжности на стальные трубы нефтяного сортамента диаметром от 50мм до 1420мм в цеховых условиях с суммарной производительностью более 6000 км в год.

Это позволило снизить все эксплуатационные затраты:

- потери на трение транспортируемой среды
- отложение парафинов и солей
- облегчить процесс очистки промысловых трубопроводов, тем самым снизить износ трубопроводов
- продлить срок эксплуатации до 25 лет

Внедрение труб повышенной надёжности окупило себя в условиях ОАО «Татнефть» менее чем за три года. ■

