

# СНИЖЕНИЕ РИСКА КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

**Крайнев Д.С.**

Ухтинский государственный технический университет

г. Ухта

История применения защитных покрытий трубопроводов насчитывает более века, однако до сих пор не все проблемы в этой области решены. С одной стороны, постоянно повышается качество защитных покрытий трубопроводов, практически каждые 10 лет появляются новые изоляционные материалы, новые технологии и оборудование для нанесения покрытий в заводских и трассовых условиях. С другой стороны, становятся все более жесткими условия строительства и эксплуатации трубопроводов (строительство трубопроводов в условиях Крайнего Севера, в Западной Сибири, освоение морских месторождений нефти и газа, глубоководная прокладка, строительство участков трубопроводов методами "наклонно-направленного бурения", "микротоннелирования", эксплуатация трубопроводов при температурах до 100°C и выше и др.). Для снижения риска коррозионных повреждений трубопроводы защищают антикоррозионными покрытиями и дополнительно – средствами электрохимической защиты (ЭХЗ). При этом изоляционные покрытия обеспечивают первичную ("пассивную") защиту трубопроводов от коррозии, выполняя функцию "диффузионного барьера", через который затрудняется доступ к металлу коррозионно-активных агентов (воды, кислорода воздуха). При появлении в покрытии дефектов работает система катодной защиты трубопроводов – "активная" защита от коррозии. Защита для металла трубы требуется не только снаружи – от коррозии в грунтах и на воздухе, но и изнутри. Трубы с внутренним «гладкостным» покрытием поставляются для строительства магистральных трубопроводов. Задача гладкостного покрытия – снизить потери на трение при транспорте газа (подразумевается, что газ предварительно осушен, примеси отделены). При транспорте нефти основное назначение внутреннего покрытия – минимизировать агрессивное воздействие компонентов нефти (воды, солевого состава, а также растворенных газов), снизить отложение парафинов и солей на стенках трубопроводов, облегчить процесс очистки.

Современные напыляемые покрытия для изоляции трубопроводов в трассовых

условиях можно условно разделить на две группы: однослойные и двухслойные. Однослойные покрытия говорят сами за себя: один слой является защитным барьером для металла. Он же является самодостаточным для условий эксплуатации – достаточно прочен при ударе, истирании, достаточно термостоек, и так далее... Двухслойное покрытие построено по другому принципу. Защищает трубу внутренний, относительно тонкий слой – праймер. Но он недостаточно стоек к удару, особенно при низких температурах, недостаточно прочен при истирании и т.д. 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.

Изоляционные покрытия, применяемые на магистральных трубопроводах, должны удовлетворять следующим основным требованиям: высокие диэлектрические свойства, сплошность, хорошая адгезия — прилипаемость к металлу трубопровода водонепроницаемость, высокая механическая прочность и эластичность, высокая биостойкость, термостойкость (не размягчаться под воздействием высоких температур и не становиться хрупкими при низких температурах), простота конструкции покрытий и возможность механизации их нанесения, недефицитность материалов, входящих в состав покрытия, долговечность.

В данной статье рассмотрим полиурий. Современные покрытия на основе полиуретина, являются самыми перспективными среди наиболее продвинутых развитых смол. Полиуретин, больше чем любое другое покрытие на основе полимерных смол, выделяется в многосторонности применения, прочности и долговечности. Материал полиуретин имеет два компонента: многофункциональный изоцианат и смесь смолы. Смесь смолы – это комбинация сшитых аминами удлиненной цепи. Когда материалы смешиваются вместе в оборудовании высокого давления – изоцианаты и аминные составляющие смолы реагируют, получая полиуретин. Напыление полиуретина - это наилучший из современных методов гидроизоляции и антикоррозионной за-

щиты. Напыление производится при помощи специального оборудования. Напыление представляет собой бесшовное толстослойное покрытие в виде пленки. Внешне технология напыления аналогична окраске поверхности пульверизатором.

Физические свойства полиурия:

- 1) Твердость по Шору А: 95
- 2) Твердость по Шору D: 50
- 3) Прочность на растяжение (МПа): 14
- 4) Прочность на разрыв (N/mm): 38.2
- 5) Удлинение при разрыве (%): 300
- 6) Время гелеобразования: 4 секунды
- 7) Время отверждения до отлипа: 10 секунд

кунд

Быстрое время реакции полиурия (5-15 секунд) оставляет полиуретан и материалы из эпоксидной смолы далеко позади. Это — автокаталитический полимер. Быстрое время реакции полиурия позволяет наносимому покрытию не реагировать с влажностью воздуха и влажностью основания, так что материал может быть легко нанесен по холодному или влажному основанию, типа стали, бетона, древесины или полиуретановой пены. Быстрое время реакции — большое преимущество полиурия. В отличие от большинства полимерных покрытий, содержащих большие или меньшие количества летучих органических растворителей, а также пластификаторов, катализаторов и других добавок, вызывающих проблемы, связанные с их пожарной опасностью и токсичностью. Полиур представляет собой полимер со 100%-ным содержанием твердой фазы. Применение быстро реагирующих покрытий из полиурия позволяет выполнить ремонт в течение нескольких часов, тогда как большинство покрытий из полиуретана или покрытий эпоксидной смолы требуют 24-48 часов до того, как покрытые области могут использоваться по прямому назначению. Полиурий часто используется, чтобы защитить поверхность стальных трубопроводов без дорогого оборудования. Нанесение полиурия осуществляется очень быстро, и труба может почти немедленно быть зарыта в землю. Много трубопроводов во всем мире были покрыты с использованием этой технологии, чтобы ускорить производство и свести затраты на обслуживание трубопроводов к минимуму. Сопротивление абразивному воздействию у полиурия выше, чем у других покрытий, особенно по сравнению с эпоксидными смолами. Из-за высокого относительного удлинения и превосходной прочности покрытия из полиурия не подвержены образованию трещин. При пожаре полиурий

ведут себя намного лучше чем другие покрытия. Способность к самозатуханию и сопротивление распространению пламени происходит из-за молекулярной структуры полиурия. Подвергнутый постоянному пламени в течение 20-30 секунд образец полиурия не будет поддерживать огонь. Покрытия из полиурия выполняют функцию диэлектрика. Они экологичны, обладают биологической и радиационной стойкостью, дезактивируемостью. Строители, трубокладчики нуждаются в быстрореагирующей, нечувствительной к влажности системе покрытия. В их требования входит разнообразие физических свойств, превосходной адгезии, хороший внешний вид, превосходный предел прочности и высокое сопротивление износу. Система покрытий из полиурия подходит под самые жесткие требования. Прекрасные физические свойства полиурия обеспечивают успех ее применения.

Химическая стойкость. Помимо эластичности и непроницаемости, обеспечивающих недоступность защищаемого материала для агрессивных сред, защитная пленка эластомера обладает высокой химической стойкостью к воздействию сточных вод, нефтепродуктов и целого ряда химических реагентов. Для первичной оценки пригодности полиурия в качестве антикоррозионной защиты существуют следующие рекомендации и ограничения по применению. Покрытие устойчиво к нефтепродуктам (дизельное топливо, мазут, моторное масло, сырая нефть, гидравлические жидкости), растворам щелочей (гидроксида калия, натрия и аммония), растворителям (вода, метанол, этанол, уайт-спирит, изопропиловый спирт, гексан, циклогексанол, бутиловый спирт, бутилцеллозольв), некоторым кислотам (стеариновая, лимонная, слабые растворы соляной, уксусной, сернистой и фосфорной кислот), растворам солей (хлориды калия и натрия, жидкие удобрения, натрия бикарбонат, тринатрийфосфат). Покрытие неустойчиво к концентрированным минеральным кислотам и некоторым растворителям (ацетон, бензин, метилхлорид, диметилформамид, этиленгликоль, антифриз, бензол, толуол). Покрытие обладает антикоррозионными и антиабразивными свойствами, а так же высокой химической стойкостью. Гидроизоляционные работы выполняются методом 3-слойного факельного напыления покрытия толщиной 150-250 мкм. Результатом является образование единого бесшовного покрытия с повышенными механическими свойствами (эластичность 300%).

Поверхность для нанесения покрытия должна быть сухой и очищенной от грязи и мусора. Рекомендуемые условия нанесения покрытия — сухая погода и температура воздуха не ниже +5 градусов по Цельсию.

Особенности применения и экологические требования. В отличие от большинства полимерных покрытий, содержащих большие или меньшие количества летучих органических растворителей, вызывающих проблемы, связанные с их пожарной опасностью и токсичностью, Полиурий представляет собой полимер со 100%-ным содержанием твердой фазы, отвечающий самым строгим экологическим требованиям. Покрытие из полиурия не содержит пластификаторов, склонных с течением времени к «выпотеванию», сопровождаемому постепенной усадкой и охрупчиванием полимерной пленки. В нем нет и часто добавляемых для удешевления, но обладающих канцерогенным воздействием на организм человека каменноугольных смол и дегтей, равно как и твердых наполнителей, вызывающих абразивный износ насосов, смесительных камер и сопел распылительных установок. Покрытие из полиурия разрешено к применению в емкостях и хранилищах питьевой воды и пищевых продуктов, а также в жилых помещениях.



Автокаталитическая реакция. Высокая реакционная способность компонентов обеспечивает образование полимера в отсутствие катализаторов. Следствием автокаталитической реакции являются стабильность свойств системы в процессе ее хранения и воспроизводимость результатов в различных условиях применения, а также при переходе от одной партии сырья к другой.

Рекомендации по применению. Для качественного смешения и точного дозирования быстро реагирующих и сравнительно

вязких компонентов требуется специальное оборудование – двухкомпонентная установка высокого давления для «горячего» безвоздушного распыления полимочевины. Перед началом работ по нанесению покрытия оба компонента должны быть тщательно перемешаны путем перекачивания и встряхивания бочек и подогреты до температуры (30-40)°С с использованием рециркуляционного нагревательного контура напылительной установки для облегчения и стабилизации работы насосов.

Нанесение на сталь. Перед нанесением Полиурия на металл следует обработать шлифовкой сварные швы, удалить с изолируемой поверхности загрязнения, продукты коррозии и окалину. Одним из традиционных способов подготовки является очистка поверхности до чистого металла путем абразивной обработки стальной колотой дробью, корундом, купрошлаками или никельшлаками. Температура поверхности металла во время абразивной обработки и нанесения покрытия должна быть выше точки росы не менее, чем на 3°С. Затем необходимо обеспылить поверхность продувкой сухим очищенным сжатым воздухом или с помощью вакуумных устройств. Время между окончанием очистки поверхности и началом нанесения покрытия не должно превышать 2 часов при относительной влажности воздуха от 80% и выше и 3 часов при влажности воздуха менее 80%. При превышении указанного времени поверхность может покрыться конденсатом, для удаления которого необходим подогрев газовыми горелками или обдув горячим воздухом. Обязательным условием для успешного нанесения изоляционного покрытия является превышение температуры поверхности деталей над точкой росы не менее чем на 3°С. Покрытие наносят в один, два или несколько слоев. При послойном нанесении, если покрытие «мокрым по мокрому» затруднено, временной интервал между двумя последующими слоями, не требующий механического шлифования предыдущего, не должен превышать 1 суток. Время отверждения покрытия до степени 3 при температуре (20±5)°С около 3 минут, через 1 час возможны внутрицеховые перевозки изделий с покрытием. Современным и эффективным способом подготовки поверхности металлических крупногабаритных изделий является термоабразивная очистка, обеспечивающая более высокую скорость абразивных частиц (150-300 м/с) по сравнению с традиционной абразивной очисткой (30-50 м/с) и производи-

тельность (до 40 м<sup>2</sup>/ч или в 2,5 раза выше) при пониженном расходе сжатого воздуха. Суть метода заключается в том, что абразивная смесь, например речной песок, под давлением порядка 6 атм. подается в камеру сгорания генератора, работающего на дизельном топливе или керосине, где разогревается до 200°С, разгоняется и направляется на обрабатываемый участок. Под воздействием горячего абразива поверхность не только очищается от окалины, ржавчины и старых покрытий, но и одновременно обезжиривается, подогрывается и термодинамически активируется, то есть обеспечиваются идеальные условия ее подготовки, гарантирующие высокую адгезию покрытия и долговечность антикоррозионной защиты. Допустимый интервал времени от завершения этой подготовки до нанесения покрытия составляет 8 часов, тогда как при традиционной абразивной очистке он не превышает 3 часов. При отсутствии возможности обоих вышеописанных видов абразивной обработки стали допускается механическая очистка абразивным инструментом (шлифовальная шкурка) вручную или с помощью механизированного оборудования до плотно прилегающей ржавчины и окалины толщиной до 100 мкм, однако в этом случае для обеспечения адгезии изоляционного покрытия к поверхности металла требуется ее грунтование специальными праймерами (промоторами адгезии). После механической очистки необходимо обезжирить поверхность путем ее промывки нефрасом, ацетоном, уайт-спиритом, изопропиловым спиртом,

очищенным сольвентом, ксилолом или толуолом с помощью мягкой хлопчатобумажной или льняной ткани, не оставляющей на поверхности волокон. После сушки поверхность обеспыливают с помощью пылесоса, наносят праймер, а после его высыхания – финишное покрытие полиуретом.

Недостаток по применению. Под действием ультрафиолетовых лучей полиуретов светлых тонов довольно быстро темнеет. И хотя это приводит только к косметическим изменениям и не оказывает влияния на прочие эксплуатационные свойства покрытия, для наружных работ рекомендуются цвета черный, серый, коричневый, оранжевый, красно-коричневый.

Заключение. Таким образом, рассмотренный в статье полиурет является наиболее подходящим современным материалом для покрытия трубопроводов в любых климатических условиях. Он безопасен и экологичен как для человека, так и для окружающей среды, обладает необходимыми физическими и химическими свойствами, прост в получении, ускоряет производство и сводит затраты на обслуживание трубопроводов к минимуму.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трубопроводный транспорт нефти/ Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др.; Под ред. С.М. Вайнштока: Учеб. для вузов: В 2 т. - 2-е стер. изд. М: ООО «Недра-бизнесцентр», 2006.- Т. 1.- 407 с.: ил.