

Сон Кирилл Олегович

студент

Плясунов Александр Евгеньевич

студент

Виноградова Анна Александровна

ассистент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

г. Санкт-Петербург

ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

***Аннотация:** в статье приведены основные требования, предъявляемые к противокоррозионным покрытиям трубопроводов. Рассмотрены наиболее распространенные виды покрытий, выделены их преимущества и недостатки. Проведен сравнительный анализ их свойств. Обозначены перспективные направления развития отрасли.*

***Ключевые слова:** коррозия трубопроводов, изоляционные покрытия, эпоксидные покрытия, полиолефиновые покрытия.*

Органические покрытия являются основным и наиболее широко используемым классом изолирующих покрытий [1; 2]. Они должны обеспечивать защиту трубопроводов от коррозии на весь период их эксплуатации и удовлетворять ряду противоречивых и жестких требований, а именно: обладать высокой химической и биологической стойкостью, механической прочностью, высокими диэлектрическими свойствами, сплошностью, низкой влагопроницаемостью, быть достаточно эластичными, не менять основных свойств при перепадах температур в летний и зимний период. Материалы, входящие в состав покрытия, должны быть доступными, а технология процесса нанесения покрытия должна допускать возможность механизации и автоматизации. По типу используемых материалов различают следующие типы покрытий: полимерные (полиолефиновые и эпоксидные, экструдированные из расплава, а также наносимые в виде липких

изоляционных лент или сплавляемые на трубах из порошковых композиций), мастичные (битумные и каменноугольные) [3]. Требования, предъявляемые к покрытиям, регламентируются стандартами [4]. Наиболее широкое распространение получили двухслойные эпоксидные покрытия и трехслойные полиолефиновые покрытия.

Двухслойные эпоксидные покрытия

Двухслойное эпоксидное покрытие состоит из:

- основного противокоррозионного эпоксидного покрытия,
- наружного покрытия, устойчивого к абразивному износу.

Основной внутренний коррозионный слой обычно имеет толщину покрытия около 250 мкм, а внешний слой – от 250 до 400 мкм. Внешний слой имеет большую ударопрочность, по сравнению с внешним слоем однослойных эпоксидных покрытий. Повышенная толщина слоя также отражается на улучшенных свойствах катодной защиты.

Уникальное двухслойное эпоксидное покрытие наносится путем напыления базового порошкового слоя и наружного порошкового покрытия. Процесс происходит путем электростатического распыления, при котором несколько сопел создают базовое покрытие, а остальные – поверхностное покрытие одновременно, во время стадии расплава базового слоя. Такой способ нанесения обеспечивает формирование прочных химических связей в соединении.

Данное покрытие рекомендуется применять для магистральных трубопроводов, работающих в сложных условиях. Такое покрытие обладает отличной ударной прочностью и абразивной стойкостью, которое в сочетании с хорошей пластичностью обеспечивают хорошую защиту от возможного повреждения покрытия при транспортировке труб и их монтаже. В таблице 1 указаны основные преимущества и недостатки покрытия.

Таблица 1

Преимущества и недостатки

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
---------------------	-------------------

высокие ударопрочность и износостойкость	дороговизна
более высокая адгезия	низкая пластичность при большом слое покрытия
высокая коррозионная стойкость	необходимость в усилении катодной защиты при длительной эксплуатации
улучшенные характеристики обработки	
устойчивость к ультрафиолетовому излучению	
рабочая температура до 110°C	

Трехслойные полиолефиновые системы

В трехслойной полиолефиновой системе антикоррозионная защита обеспечивается тонким слоем эпоксидного праймера. Функцию механической защиты выполняет внешнее полиолефиновое покрытие. Так как немодифицированные полиолефины не обладают адгезией к эпоксидному праймеру, необходимо наличие промежуточного слоя – адгезива. В качестве внешнего слоя может применяться как полиэтилен (ПЭ), так и полипропилен (ПП). Трехслойные покрытия применяются на практике последние 40 лет. Трехслойные полиолефиновые покрытия состоят из трех последовательно наносимых слоев:

- слоя эпоксидного праймера, представляющего собой смесь эпоксидной смолы, отвердителя, пигмента, наполнителей, тиксотропной и поверхностно-активной добавок. Толщина слоя составляет 75–150 мкм. Данный слой является основой системы, обеспечивая повышенную адгезию к стали. Преимуществом использования эпоксидов в качестве праймера является их малая проницаемость кислородом в отличие от полиэтилена;

- адгезионного подслоя, представляющего собой термоплавкую полимерную композицию на основе ПЭ с привитыми группами малеинового ангидрида. Толщина слоя составляет порядка 250 мкм. Данный слой служит своеобразным «мостом» между слоем праймера и внешним полиолефиновым слоем с низкой поверхностной энергией. Он характеризуется повышенными температурами размягчения и плавления, высокими прочностными показателями, что позволяет расширить температурный диапазон применения заводских покрытий до 80 С;

– наружного полиолефинового слоя, толщина которого составляет 2500 мкм. Наружный слой выполняет функцию защиты от механических повреждений, характеризуется низкой влажностепрооницаемостью, высокой механической и ударной прочностью, стойкостью к продавливанию, обладает высокими диэлектрическими характеристиками. В качестве внешнего слоя чаще всего применяется ПЭ. В том случае, если трубопровод эксплуатируется при более высоких механических и температурных нагрузках, применяется ПП.

В настоящее время на практике чаще всего применяется высокоплотный ПЭ по следующим причинам:

- обладает более низкой влажностепрооницаемостью, что позволяет уменьшить толщину внешнего слоя покрытия;
- имеет более высокое сопротивление к абразивному износу и ударам;
- обеспечивает более надежную эксплуатацию трубопроводов при высоких температурах.

Основные преимущества и недостатки трехслойных полиолефиновых покрытий указаны в таблице 2.

Таблица 2

Основные преимущества и недостатки

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
крайне низкая проницаемость кислородом	более высокая стоимость
более высокая адгезия	дорогостоящий и трудозатратный ремонт
низкая влажностепрооницаемость	эффективность покрытия в значительной мере зависит от предварительной подготовки поверхности трубопровода
повышенные механические и температурные свойства	препятствует действию катодной защиты
высокие диэлектрические свойства	
устойчивость к ультрафиолетовому излучению	
низкая повреждаемость при транспортировке	
минимальная подверженность коррозии	

Несмотря на то, что современные изоляционные покрытия способны в значительной степени предотвратить развитие коррозионных процессов, каждая система имеет свои ограничения по применению. Ликвидация данных ограничений является главной задачей, стоящей перед производителями покрытий. Основными проблемами являются: использование трехслойных полиолефиновых покрытий с катодной защитой; разработка покрытий для высоких температур; повышение эффективности покрытий при меньшей степени подготовки защищаемой поверхности; вопрос экологической безопасности.

Список литературы

1. Защита подземных сооружений от коррозии: Справочник. – М.: Химия, 1987. – 541 с.
2. Кузнецов М.В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: Учебник для вузов / М.В. Кузнецов, В.Ф. Новоселов, П.И. Тугунов, В.Ф. Котов. – М.: Недра, 1992. – 238 с.
3. ТУ 39–0147585–49–98 «Наружная антикоррозионная изоляция труб» / НПО «ЗНОК и ППД», 1997. – 14 с.
4. ГОСТ Р 51164–98 «Трубопроводы стальные магистральные». – М.: ИТК Издательство стандартов, 1998. – 41 с.