

УДК 621.45.038

В.Д. Демидов, к.т.н., директор, СКТБ «Техплазма»

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛА ТРУБОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозия металла труб магистральных трубопроводов является одной из серьезных проблем. Применяемые методы защиты металла не обеспечивают надежности его защиты в сложных эксплуатационных условиях. Это говорит о необходимости поиска новых технических и технологических решений по защите трубопроводов.

Технология нанесения металлических покрытий с помощью газотермических методов, широко применяемых для защиты металла в атмосферных условиях, в частности плазменного напыления, может дать возможность совмещения как протекторной защиты металла, так и использования преимуществ полимерного покрытия.

**Ключевые слова:** трубопроводы, коррозия металла, протекторные покрытия, плазменное напыление, порошковая окраска.

Трубопроводы являются одним из ответственных элементов в составе транспортной инфраструктуры. Постепенный физический износ труб приводит к потере проектных эксплуатационных характеристик, снижению расчетных нагрузок, ограничению пропускной способности. Весомую часть в снижении эксплуатационных показателей трубопроводов играет коррозия.

Традиционным методом борьбы с коррозией трубопроводов в прошлом были различные полимерные варианты защиты металла.

Однако лакокрасочные и полимерные пленочные покрытия не решают проблемы надежности защиты металла от коррозии [1]. Особенно это касается защиты сварных швов или участков трубопроводов в полевых условиях.

Даже применение качественных красок, в т.ч. цинконаполненных, по стоимости приближающихся к металлическим покрытиям, имеет гарантированный срок службы 6–7 лет при условии качественного выполнения работ, т.е. предварительной качественной очистки и нанесения с соблюдением режима

сушки покрытия, что создает дополнительные риски.

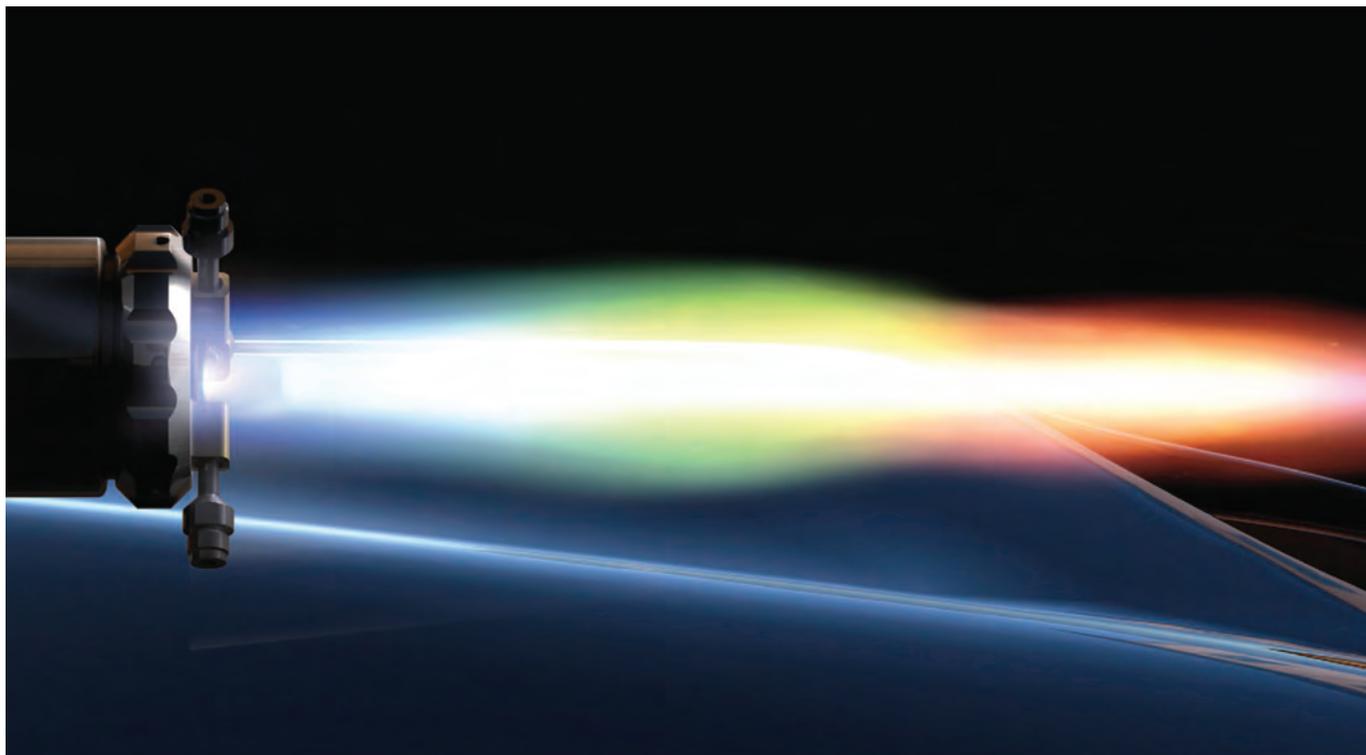
Все это говорит о том, что решение вопроса защиты металла существующими техническими и технологическими методами не обеспечит надежной защиты трубопроводов как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации, и возникает потребность поиска более надежных технических и технологических решений.

В мировой практике долговременной защиты металлоконструкций все большее распространение находят технологии газотермического нанесения протекторных покрытий на основе цинка, цинко-алюминия и алюминия. Они обладают целым рядом преимуществ перед полимерными покрытиями, а именно – более высокой надежностью по защите металла от коррозии, прочностью и способностью к сопротивлению механическому, в т.ч. абразивному износу, большей ремонтпригодностью.

Алюминий стоек к коррозии в кислых средах, хлоридах, в присутствии сероводорода. Добавление цинка в состав покрытия повыша-

ет его защитные свойства. Кроме того, большая плотность контактной поверхности анода обеспечивает более продолжительную защиту металла и сокращает время «залечивания» повреждений. При этом технология нанесения защитных металлических покрытий методом напыления позволяет создавать различные толщины покрытий на защищаемом материале в зависимости от условий среды и требований по долговечности, что позволяет регулировать срок и степень катодной защиты металла.

Неслучайно стандарты ISO 2064 Metallic and other non-organic coatings – Definitions and conventions и ISO 2178 Non-magnetic coatings on magnetic substrate's рекомендуют применение покрытий металла трубопроводов, мостов, промышленных металлоконструкций. ГОСТ 9.304-87 и СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» предусматривает антикоррозионную защиту металлоконструкций из углеродистых и низколегированных сталей напылением покрытий из Zn, Zn-Al, Al



со сроком защиты металла в зависимости от толщины покрытия до 50 лет.

ГОСТ Р51164 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии» предусматривает применение алюминиевых и цинковых покрытий для защиты от коррозии трубопроводов, транспортирующих газ, нефть и нефтепродукты, а также технологических трубопроводов, т.е. при строительстве компрессорных, газораспределительных, насосно-перекачивающих станций и других объектов для наземной прокладки.

Академия коммунального хозяйства в нормативах РД 34.20.518-95 и РД 153-34.0-20.518-2003 рекомендует применение алюминиевого покрытия толщиной 0,25–0,30 мм для защиты трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии для подземных условий эксплуатации, в непроходных каналах, в тоннелях, при подземной бесканальной прокладке, по стенам снаружи зданий, в технических подпольях. Наиболее перспективным методом нанесения протекторных покрытий

с точки зрения качества является плазменное напыление.

В основе технологии – эффект создания плазмы за счет ввода газа в электрическую дугу в специальном устройстве (генераторе плазмы, или плазматроне). Данный процесс позволяет получать чистый поток плазмы с высокой температурой, способной оплавить любой материал – как металлический, так и керамический.

Представляет интерес вопрос применения маталлокерамического покрытия. Прежде всего это дает возможность повысить стойкость покрытия к механическим воздействиям, за счет добавлений в состав алюминиевого порошка керамики – повысить в 8–10 раз стойкость покрытия к абразивному износу [2].

Кроме того, исследованиями установлено, что в алюмокерамическом покрытии под воздействием влаги происходят процессы «самозалечивания» участков покрытия, образовавшихся при воздействии окружающей среды, что позволяет его отнести к протекторным пассивирующим покрытиям [2].

Одним из вариантов применения технологии защиты может быть продление службы действующих трубопроводов при обнаружении начала процесса коррозионного разрушения труб. Нанесение на очищенную поверхность трубы, подверженной коррозии, цинкового или алюминиевого покрытия способно затормозить этот процесс. Вместе с тем металлические или металлокерамические покрытия, созданные методом плазменного напыления, имеют одно свойство, которое можно отнести как к положительным, так и к отрицательным характеристикам: они являются пористыми, что создает дополнительные возможности для повышения адгезии полимерного состава к покрытию.

Метод плазменного напыления позволяет реализовать еще один процесс – нанесение порошковых красок на металлическую поверхность.

Термическое воздействие плазмы на полимерный порошок и деталь длится несколько секунд, пока не пройдут полимеризация и остывание, что не наносит вреда боль-

шинству материалов и не приводит к термическим деформациям.

Основной технологический процесс образования полимерных покрытий – технология порошковой окраски, для которой последовательно проводятся очистка и обезжиривание поверхности изделия, напыление порошка полимера на поверхность и закрепление его на этой поверхности, нагрев поверхности изделия до температуры полимеризации покрытия, выдержка при этой температуре, охлаждение изделия до отверждения покрытия. Ограничения по габаритам и материалам изделия являются главными минусами традиционной технологии порошкового окрашивания. Технология плазменного напыления порошковых полимерных покрытий позволяет создавать покрытия практически из любых полимерных материалов: полиэтиленов, полиамидов, полистиролов, эпоксидных, полиэфирных и эпоксиполиэфирных смол и т.д. на изделиях практически из любых материалов. Достигается это за счет комбинации зон и углов ввода порошков в плазменный поток и локальным воздействием высокой температуры на поверхность изделия.

Термопластичные полимеры достаточно просто наносятся по технологии плазменного нанесения покрытий.

Исходными материалами для получения этого вида красок служат полимеры с большой молекулярной массой: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиамиды и др. Термопластичные материалы получают путем сухого механического смешивания компонентов в форме порошков. Они имеют относительно большой размер частиц, соответственно, очень просто получить защитные функциональные покрытия толщиной 100–1000 мкм и более. В зависимости от исполь-

зуемого полимера долговечность защитного покрытия составляет 10–40 лет (в Англии находят применение полиамиды с предполагаемой долговечностью более 100 лет). Термореактивные полимеры в основном изготавливают на основе олигомеров, они позволяют получать покрытия толщиной 30–100 мкм. Наибольшее применение имеют эпоксидные, эпоксидно-полиэфирные и полиэфирные, полиуретановые и полиакрилатные материалы. Из-за меньшего температурного диапазона полимеризации напыление покрытий из этих материалов по плазменной технологии более трудоемкое, но вследствие их относительной дешевизны может получить большее распространение.

Пассивация антикоррозионных металлических покрытий на металлоконструкциях, работающих в атмосферных условиях, как правило, производится путем нанесения полимерного покрытия из материала, обладающего оптимальными функциональными свойствами в данной коррозионной среде. При этом первый слой покрытия, обеспечивающий диффузное соединение металла изделия и покрытия, напыляется металлом за один проход генератора плазмы. Следующий слой (один проход генератора плазмы) происходит при совместной подаче порошка металла покрытия и порошка полимера (примерно 1/1 по объему), а на заключительном слое (следующие проходы) отключается подача металла, и напыляется только полимерное покрытие. Общая толщина защитного покрытия, полученного за четыре прохода генератора плазмы, составляет 300 мкм. Предполагаемая долговечность этого металлополимерного покрытия – до 30 лет. При использовании полиамида долговечность такого металлополимера может превысить 50 лет.

Таким образом, полимерная матрица не блокирует образование гальванической пары между металлами основы и покрытия, и при повреждении покрытия начинает работать механизм протекторной защиты металлоконструкции.

Использование данного метода ранее сдерживалось отсутствием компактных установок плазменного напыления, с помощью которых можно было бы выполнять работы не только в стационарных, но и в так называемых построечных условиях.

С появлением компактных установок появляется возможность нанесения в производственных условиях на крупногабаритные металлические конструкции, технологическое оборудование, детали защитные и т.д. покрытий из полимерных материалов, цинка, алюминия, меди, металлокерамики и других материалов. В случае механического нарушения напыленного покрытия срабатывает эффект самозалечивания.

Кроме того, с помощью такой установки можно наносить полимерные порошковые материалы в построечных условиях без применения специальных камер термополимеризации.

Компактная установка по плазменному нанесению покрытий в построечных условиях дает возможность наносить на поверхности крупногабаритных конструкций из металла, в том числе из алюминия, бронзы и других металлических сплавов, а также бетона, кирпича, керамики специальные полимерные и керамополимерные функциональные покрытия.

Так, нанесение полиэтилена на бетонные конструкции создает на его поверхности защитный слой бетона, пропитанный полиэтиленом, что позволяет защитить бетон от разрушения в условиях агрессивного воздействия.

#### Литература:

1. Гarris Н.А. Почему не срабатывает катодная защита на газопроводах большого диаметра // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2015. № 4. С. 66–71.
2. Петров С.В. Методы радикального повышения качества газотермических покрытий // Оборудование и инструмент для профессионалов. 2004. № 10. С. 5–9.