

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Е.В. Петрусенко, заместитель начальника лаборатории защитных покрытий, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»; **С.Р. Воротынский**, технический эксперт, корпорация WINOA; **М.А. Гусева**, начальник химико-технологической лаборатории, ОАО «ЧТПЗ»

Качество предварительной подготовки поверхности существенно влияет на долговечность защитного покрытия. Основными задачами подготовки поверхности являются: удаление продуктов, снижающих адгезию и содействующих развитию коррозионных процессов под покрытием; активация поверхности с целью образования прочной и устойчивой во времени адгезионной связи металла с покрытием.

Требования к подготовке поверхности перед нанесением покрытия на трубы нормируются российскими и международными стандартами и включают в себя такие показатели очистки поверхности, как:

- чистота (ISO 8501-1, ГОСТ 9.402);
- запыленность (ISO 8502-3);
- шероховатость (ISO 8503-4);
- степень обезжиривания (ГОСТ 9.402);
- содержание солей (ISO 8502-9).

Требования к каждому из этих показателей нормируются применительно к конкретному типу покрытия и его назначению.

Относительно общими для всех типов покрытий являются требования к минимальной температуре труб перед очисткой и нанесением покрытия (не менее чем на 3 °C выше точки росы); максимальному интервалу времени между очисткой и нанесением покрытия (не более 2 часов); относительной влажности воздуха на участке нанесения покрытия (не более 80%).

Требования ОАО «Газпром» к подготовке поверхности перед нанесением различных типов покрытий труб приведены в таблице.

В соответствии с современными требованиями, заводское покрытие должно обеспечивать защиту от коррозии в течение всего проектного срока эксплуатации трубопровода, который для магистральных газопроводов в общем случае составляет

50 лет. Нарушение условий подготовки поверхности исключает возможность формирования покрытия, соответствующего нормативным требованиям. При этом особенно чувствительны к качеству подготовки поверхности характеристики покрытия, отвечающие за долговременную надежность покрытия, в т.ч. стойкость к катодному отслаиванию, водостойкость адгезионной прочности, стойкость к термоциклированию.

В общем случае механизм защитного действия антикоррозионных покрытий складывается из барьерной и адгезионной составляющих, т.е. покрытие должно обеспечивать диффузионный барьер проникновению на границу раздела с металлом коррозионно-агрессивных веществ, а адгезионные связи – контакт покрытия с металлом на протяжении всего времени эксплуатации изделия.

Условия формирования на границе раздела устойчивого в процессе эксплуатации покрытия адгезионного контакта должны быть обеспечены при подготовке поверхности металла – все посторонние включения, все окисные образования с поверхности металла должны быть удалены, а поверхностная структура металла должна быть активирована. Суть активации состоит в увеличении поверхностной энергии металла вследствие ударной деформации кристаллических образований и сопутствующего роста на поверхности металла числа и энергии

структур, готовых к взаимодействию с покрытием.

Степень активации поверхности металла зависит от характера и интенсивности внешнего воздействия, а также от времени выдержки до нанесения покрытия. В производственных технологических документах указывают, что со времени очистки до нанесения покрытия не должно пройти более 2 часов. Однако следует понимать, что любая конкретизация времени выдержки является условной, и чем быстрее наносится покрытие после очистки металла, тем прочнее формируются адгезионные связи и тем дольше оно прослужит.

Основными способами очистки металла (по ISO 8501-1) являются: механическая (иглофрезами, щетками, наждаком); струйная (песком, дробью, оксидом алюминия и другими материалами) или плазменная (для труб не применяется).

Механическая очистка как альтернативная струйной обработке практикуется для изоляции сварных стыков труб в трассовых условиях, однако уступает ей по своей эффективности. Струйная обработка в зависимости от способа подачи абразива (потоком воздуха или дробеметным колесом) подразделяется на дробеструйную и дробеметную. Способ струйной очистки зависит от диаметра и вида изделий (трубы или соединительные детали), а также от условий нанесения (заводское или трассовое).

Таблица. Требования к подготовке поверхности

Тип покрытия	Показатель качества очистки поверхности				
	Чистота поверхности (ISO 8501-1, ГОСТ 9.402)	Запыленность (ISO 8502-3)	Шероховатость, Rz, мкм (ISO 8503-4)	Степень обезжиривания (ГОСТ 9.402)	Содержание солей (ISO 8502-9)
Заводское полиэтиленовое	не менее Sa 2 ½	не более степени 2	50–100	должны быть удалены масляные загрязнения, определяемые визуально, степень обезжиривания не более 1	20 мг/м ²
Заводское полиуретановое		не более степени 3	70–150		
Внутреннее гладкостное		не более степени 2	25–60	должны быть удалены масляные загрязнения, определяемые визуально	
Трассовое полиуретановое		не более степени 3	40–100		
Манжеты для изоляции стыков	не менее Sa 2 ½ или St 3	не более степени 2	40–90		
Трассовое битумно-полимерное	не менее Sa 2 по ISO 8501-1 или степени 3 по ГОСТ 9.402	–	–		–

Дробеструйная очистка используется при заводской изоляции труб диаметром 325 мм и менее, а также при заводской или трассовой изоляции соединительных деталей.

При подготовке к нанесению покрытия труб большого диаметра в заводских условиях применяется дробеметная обработка.

Результат очистки во многом определяется применением того или иного

абразива, его размером, твердостью и загрязненностью растворимыми солями.

Использование в качестве абразива кремниевого песка, как правило, не обеспечивает удовлетворительного качества подготовки поверхности. Пескоструйная очистка приводит к повышенному уровню запыленности и не позволяет получить требуемую шероховатость поверхности. Кроме того,

производство пескоструйных работ с применением сухого песка в РФ является нарушением санитарных норм по СП 2.2.2.1327-03 (Постановление № 100 от 26.05.2003) [6]. Как известно, попадание кремнийсодержащей пыли в легкие приводит к заболеванию силикозом.

Оксид алюминия используется при подготовке внутренней поверхности перед нанесением порошковых эпок-

ВО ВСЕМ МИРЕ ДРОБЬ ПОД БРЕНДОМ **W Abrasives**[®] ЯВЛЯЕТСЯ ГАРАНТОМ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ



W Abrasives[®]

Мы работаем в одной команде с нашими клиентами, добиваясь экономичных, экологически чистых и удобных решений для обработки поверхности дробью W Abrasives

Мы не идем ни на какие компромиссы, касающиеся качества дробы

Мы гарантируем:

- повышенную стойкость абразива
- сокращение времени обработки деталей
- уменьшение загрязнений
- экономию материала
- низкое пылеобразование

Коммерческое представительство в России:

г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт 12, строение 1, 3 этаж,
тел.: (343) 378-44-78, факс: (343) 378-44-88, e-mail: wau@waural.ru

Производство в России:

г. Курган, ул. Загородная, 1, тел.: (3522) 65-35-01,
факс: (3522) 65-35-02, e-mail: wak@wabrasives.com

www.waural.ru

сидных материалов на трубы нефтяного сортамента.

В трассовых условиях и, в редких случаях, на заводах по изоляции соединительных деталей используется купершлак (абразивный порошок, получаемый дроблением шлаков медеплавильного производства). Использование купершлака в заводских условиях нежелательно из-за более низкого качества очистки поверхности и связанных с этим проблем по запыленности и засоленности (наличию растворимых солей), а также высоким удельным расходом (до 40 кг/м²).

В заводских условиях для очистки труб большого диаметра и соединительных деталей используется колотая дробь или смесь круглой и колотой дроби.

Оценка степени чистоты до недавнего времени проводилась исключительно визуально, без применения приборов. Субъективизм часто приводит к искажению оценки реального состояния подготовки поверхности: иногда к избыточно завышенным требованиям контролеров, но чаще – к попустительству качества очистки.

Сегодня проведены исследования, дающие основания предполагать скорое изменение подхода к определению чистоты поверхности после дробеметной (струйной) очистки поверхности перед нанесением покрытий.

Сразу уточним, что говорим о двух параметрах, которые в настоящее время проверяются и оцениваются визуально, – это степень очистки и остаточная запыленность (класс по количеству и размеру частиц).

Для проведения контроля степени чистоты и запыленности поверхности в департаменте по инновациям глав-



Рис. Калибровка прибора для контроля степени чистоты на эталонных образцах

ного тест-центра корпорации WINOA (Франция) разработаны методики их приборной оценки, а также изготовлен прототип прибора для оценки чистоты. Принцип его работы основан на компьютерном сравнении внешнего вида очищенного до требуемой степени чистоты эталонного образца, сохраненного в памяти прибора, с реальной поверхностью очищенного металла. При оценке запыленности поверхности вместо визуального контроля используются микроскоп и фотокамера, с помощью которых делается снимок ленты с отпечатками частиц пыли. Далее происходит передача снимка в компьютер, где проводится подсчет и ранжирование размера налипших частиц пыли. В настоящее время ведется доработка прибора с целью повышения удобства использования и повышения скорости обработки данных при измерении. Проще говоря, планируется объединить в одном корпусе микроскоп, камеру и компьютер. В ближайшее время с целью оценки и последующей доработки опытные образцы прибора будут переданы на ведущие российские заводы по производству труб с покрытием.

Отдельной проблемой, которую планируется решить при внедрении автоматизации контроля, является адекватная интерпретация показателя запыленности в случаях, когда из-за малого размера частиц пыли на липкой ленте не удастся визуально распознать ее отдельные частички, однако фон липкой ленты при этом является темным, что говорит о значительном присутствии пыли на поверхности субстрата.

Интересные данные характера влияния параметров запыленности на качество покрытий были получены в процессе совместных исследований WAbrasives и института CORI (Бельгия). Оценивалась долговечность покрытий на образцах, при очистке которых использовался новый тип дроби SR710 вместо широкоиспользуемой сегодня WGP025. Исследования показали, что при одинаковых результатах визуальной оценки запыленности поверхности по ISO 8502-3 долговечность покрытия существенно различается и дополнительно зависит от уровня засоленности поверхности. При повышении уровня загрязненности поверхности солями (даже в нормируемых пределах) долговечность покрытий снижается.

Совокупную оценку влияния параметров подготовки поверхности следует проводить также с учетом возможного применения химической обработки. Так, химическая модификация поверхности растворами на основе солей шестивалентного хрома существенно снижает негативное влияние мелких частиц пыли (менее 100 микрон) даже при ее значительном количестве.

Литература:

1. ГОСТ 9.402-2004 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию».
2. ISO 8501-1:2007 «Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности». – Часть 1: «Степени ржавости и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий».
3. ISO 8502-3:1992 «Подготовка стальных подложек перед нанесением красок и связанных с ними продуктов. Испытания для оценки чистоты поверхности». – Часть 3: «Оценка запыленности стальных подложек, приготовленных для нанесения краски (метод липкой ленты)».
4. ISO 8503-4:2012 «Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Характеристики шероховатости стальной поверхности после пескоструйной очистки». – Часть 4: «Метод калибровки компараторов профиля поверхности ISO и определения профиля поверхности. Методика с применением прибора со щупом».
5. ISO 8502-9:1998 «Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Испытания для оценки чистоты поверхности». – Часть 9: «Метод кондуктометрического определения солей, растворимых в воде в полевых условиях».
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 100 от 26.05.2003 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил СП 2.2.2.1327-03».