

«КАПСУЛА ВРЕМЕНИ»: ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КОРРОЗИИ НАЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ТЕЧЕНИЕ 30 С ЛИШНИМ ЛЕТ

Д. Кудич, отдел технической поддержки и проектирования Seal For Life Industries (Нидерланды)

В бесконечной битве с коррозией на фоне необходимости продления жизненного цикла объектов, запланированный срок эксплуатации которых нуждается в корректировке, необходима технология, которая позволяет подняться на новый уровень и предотвратить коррозию. Постоянные сомнения в отношении эффективности покрытий и взаимные обвинения производителей и подрядчиков, а также попытки оправдать неудовлетворительные результаты нехваткой времени – все это приводит к снижению качества. Могут ли производители предложить продукт, который удовлетворит требованиям подрядчиков и клиентов? Без сомнения. Но пройдет ли новая продукция проверку на соответствие жестким стандартам и нормам? Это совершенно другой вопрос.

КОРРОЗИОННЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Коррозию и разрушение материала остановить легко – достаточно избавиться от кислорода и воды (электролита), что приведет к распаду коррозионного элемента, обуславливающего электрохимическую реакцию. Как это сделать? Необходимо поставить барьер, защищающий поверхность от воздействия окружающей среды, – так часто поступают в пищевой промышленности, используя вакуумную упаковку для долгосрочного хранения продуктов. Адгезионные свойства поверхности при этом не повышаются, но функциональность метода идентична способу полиэтиленовой инкапсуляции ковкого чугуна, применяемого в водохозяйственных комплексах.

В прошлом консервация мяса и овощей обеспечивалась за счет нанесения жира, воска и меда на стальные и деревянные поверхности емкостей с продуктами – что тоже хорошо защищало их содержимое от влаги. Таким образом, при использовании как современных герметизирующих веществ (полиэтилена и полипропилена), так и более простых средств (мед) цель одна: инкапсуляция материала и

предотвращение его разрушения. В примерах, приведенных далее, аналоги меда, безусловно, обладают наибольшим количеством преимуществ, поскольку они не предусматривают старения или возникновения трещин – они просто присутствуют на поверхности, при этом имея адгезионные свойства.

Понятно, что основная задача здесь – не пытаться защитить стальные конструкции с помощью меда, а использовать современные полимеры с аналогичными свойствами для предотвращения «осадки». Более точным определением, соответствующим терминологии стандарта ISO 21809-3, будет «невулканизирующееся некристаллическое аморфное полиолефиновое покрытие низкой вязкости».



Это покрытие моментально «обволакивает» поверхность конструкции, становясь тем самым барьером, который препятствует воздействию на нее кислорода и воды, предотвращая, таким образом, коррозию. Невозможность кристаллизации объясняется низкой температурой стеклования (менее -60°C). Сшивание полимеров также не происходит – это исключает старение и позволяет барьеру держаться в течение всего срока эксплуатации конструкции или дольше.

Данный подход открывает новые возможности для защиты не только «новостроя», но и старых конструкций, на которые достаточно просто нанести новое покрытие. Это особенно актуально для НПЗ, с их плотной схемой размещения оборудования, трубной обвязки, КИП и персонала. Ведь здесь важны не только пространственные ограничения, но и собственно производственные процессы, при остановке которых уверенности в том, что работа будет завершена в пределах выделенного «окна», ни у кого нет; немаловажен фактор погодных условий, который всегда вносит коррективы в любой график.

Традиционные виды покрытий подвержены воздействию погоды и старению (расслаиванию). Кроме того, они могут содержать такие вредные вещества, как свинец, хроматы или даже асбест. Собственно в процессе эксплуатации токсичные материалы проблем не вызывают, но их удаление и дальнейшее хранение – совершенно другой вопрос, напрямую касающийся влияния на окружающую флору и фауну.

Наземные трубные конструкции, в отличие от подземных, не имеют дополнительной защиты (например, катодной). Как правило, люди надеются на то, что разрушения тут заметнее и устранить их будет легче. Очевидно при этом, что точечный ремонт, выполняемый в ходе планового обслуживания, недостаточно быстр, а в некоторых случаях и неэффективен.

ТЕХНОЛОГИЯ

Интегрированный подход, заключающийся в использовании некристаллической, полностью аморфной и не подразумевающей сшивания антикоррозионной системы, основанной на чистом полиизобутилене, был отправной точкой при разработке идеи нестареющего покрытия. Предпосылкой для разработки системы стал тот факт, что свойства полимера сами по себе превращают его в барьер. Чистый полиизобутилен оказался самым подходящим вариантом, поскольку полимерная цепь включает 180–650 звеньев изобутилена, атомы полимера образуют только ковалентные связи, и молекула полимера содержит только водород и углерод. Данный полимер не предусматривает «сшивания» и навсегда останется в виде однорядной полимерной цепи. Такая структура демонстрирует также интересный эффект холодной текучести. Со временем даже при очень низких температурах чистый полиизобутилен заполняет все поры (включая микропоры) таких субстратов, как сталь, полиэтилен, полипропилен, а также поверхностей с эпоксидным покрытием или, в случаях со сталью ST2/3, при удалении отслаивающейся ржавчины и покрытия. Вязкоупругое антикоррозионное соединение демонстрирует эффект холодной текучести даже по вертикали. Соединение стабильно, а его защитные свойства сохраняются в течение очень долгого периода времени.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ АДГЕЗИЯ ВМЕСТО МЕХАНИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИИ

Материал всегда остается неотвержденным и клейким, резистентным к влиянию погодных условий и воздействию химических веществ. Он также не допускает проникновения влаги, водяного пара, воздуха и бактерий. Данные свойства сохраняются при рабочей температуре от -45 до 95 °C (краткосрочный температурный максимум – 120 °C). Адгезию, основанную на простом притяжении атомов, проще всего объяснить на примере сил Ван-дер-Ваальса.



Неполярный, исключая сшивание и близкий по характеристикам к жидкости полимер с температурой стеклования ниже -67 °C демонстрирует очень низкий уровень поверхностного натяжения, что обеспечивает вязкоупругое поведение. Он непроницаем для влаги и газа, что, в теории, означает отсутствие коррозии даже без адгезии. Поскольку материал демонстрирует высокое электрическое сопротивление, он идеально подходит для использования в комбинации с катодной защитой для подземных сооружений, где он понизит силу тока, необходимую для защиты, и решит проблему блуждающих токов.

В силу вышеописанных причин голландская антикоррозионная система поистине вязкоупруга и не вулканизируется, а ее аморфность исключает возникновение кристаллических областей в отличие от полиэтилена и полипропилена. Аморфные свойства



также гарантируют отсутствие возникновения внутренних напряжений. Испытание адгезионных свойств антикоррозионного соединения на примере стали со степенью очистки ST2, полиэтилена, полипропилена, каменно-угольного пека (СТЕ) и других покрытий демонстрируют когезионные разрушения. Более того, поскольку внутреннее покрытие остается жидким даже при температурах гораздо ниже нуля, при образовании разрывов во внешнем слое оно заполняет полость и приводит к самовосстановлению верхнего слоя – это решает проблему обслуживания и преждевременного разрушения. Покрытие всегда сохраняет сплошность, осадка и провисание его невозможны (это было проблемой у старых видов «оберточных» покрытий, не только в местах нахлеста, но и по швам). Образуется однородная среда без воздушных полостей, которая, как кожа, обтягивает конструкцию, защищая ее даже при расширении, сжатии и скручивании.

СМАЧИВАНИЕ

Смачивание – ключевой момент в достижении адгезии между защитным покрытием и поверхностью конструкции. Доказано, что наилучший способ достижения требуемого уровня адгезии – нанесение покрытия кистью, которая проталкивает жидкую фазу вещества в поры материала конструкции. Так покрытие лучше проникает в поры поверхности, а замедленная сушка обеспечивает большую текучесть и лучшее механическое сцепление с шероховатой поверхностью после обработки.

На сегодняшний день популярными способами нанесения жидких покрытий являются его безвоздушное распыление и последующая быстрая обработка. Однако это вызывает опасения по поводу того, что, повысив эффективность процесса, мы пожертвовали эффектом смачивания. Теоретически давление распылителя действительно проталкивает жидкую фазу покрытия в поры конструкции (что, безусловно, зависит от давления распылителя и расстояния между распылителем и поверхностью), но в силу высокой скорости обработки сокращается смачивающая фаза, что приводит к усушке и истончению покрытия после испарения летучих органических соединений.



С одной стороны, если покрытие постоянно находится в жидкой фазе, это обеспечивает постоянную адгезию, но с другой – ведет к вкраплению в поверхность микрочастиц, которые имеют тенденцию нарушать адгезию с покрытием и способствовать его быстрому отвердеванию.

ПРИМЕР РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ШОТЛАНДСКОМ НПЗ

Даже без учета того, что при ремонте чрезвычайно трудно достичь срока эксплуатации покрытия, который закладывался при первичном возведении конструкций и использовании популярных в прошлом методов, нельзя недооценить значимость следующей формулы как для новых сооружений, так и для ремонтируемых: **материальные расходы + расходы на внедрение + расходы на обслуживание + скрытые расходы.**

Это доказывает, что дешевое покрытие не обязательно обеспечивает экономии в долгосрочной перспективе. Также следует учесть, что дорогие покрытия означают бóльшие расходы на их нанесение в связи с использованием сложного оборудования. Все это заставляет задуматься о поиске баланса между высокими расходами и эффективным решением.

Скрытые расходы играют важную роль в контексте охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды (ОТ, ТБ И ООС), поскольку многие факторы могут быть не учтены заранее. Уровень расходов вообще сильно колеблется в зависимости от того, смотрим ли мы на картину в целом или дробим ее на множество элементов.

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ

При обновлении эксплуатируемых конструкций используется стандартный подход, в рамках которого важные моменты перечисляются в виде списка:

- временные рамки и погодные условия (фактор сезонности);
- возведение лесов, установка систем безопасности, создание приемлемых условий работы и проживания (как вариант – возможность контроля климата);
- очистка от смазки и удаление хлопков;
- удаление имеющегося покрытия с помощью абразивов, методами гидроструйной или инструментальной очистки либо вручную;
- нанесение как минимум двух слоев покрытия;
- уборка, фильтрация удаленного покрытия, сортировка отходов;

• демонтаж лесов.
Необходимое оборудование:

- леса и бытовки;
- средства индивидуальной защиты;
- система отопления, осушения и вентиляции;
- система подачи горячей воды и чистящих средств;
- компрессорное оборудование;
- пескоструйные машины и шланги;
- абразивные среды (требуется хранение в сухом месте);
- оборудование для безвоздушного или обычного распыления;
- покрытия, средства для чистки оборудования, средства пожарной защиты и безопасного хранения.

Погодные ограничения:

- влажность выше 85%;
- температура на 3° выше точки конденсации;
- минимальная температура рабочей поверхности +10 °С;
- сильный ветер;
- дождь и снег.

Безусловно, не все из перечисленных условий выполняются, как и не все из них бывают необходимы, но они являются залогом безопасности и высокого качества работ.

Естественно, в контексте работы предприятия идеальная ситуация – когда работы выполняются без за-

минок и остановки производства, без блокировки запасных выходов и необходимости работать с абразивными средами вблизи таких чувствительных элементов оборудования, как, например, насосы.

Предпочтительная стратегия здесь следующая:

- использовать минимальное количество лесов и заграждений;
- ограничить число людей в соответствии с нормами ОТ, ТБ и ООС;
- минимизировать необходимость в абразивной струйной обработке;
- обеспечить возможность нанесения покрытия при любых температурах субстрата.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

На указанном НПЗ ремонт изношенных изоляционных покрытий был выполнен при помощи вязкоупругого покрытия.

Процесс ремонта включал следующие операции:

- монтаж минимального количества лесов;
- гидроструйную обработку для удаления отслаивающихся частиц;
- подготовку поверхности до класса St2 или St3;
- ручное нанесение лент Wrappingband и Outerwrap;
- уборку, отдельную утилизацию отходов, бумаги и полиэтилена, подлежащих вторичной переработке;
- демонтаж лесов.

При этом из промышленного оборудования использовалась только гидроструйная установка.

Работы проводились в условиях окружающей среды, при высокой влажности и низких температурах защищаемого субстрата.

При использовании вышеописанной формулы и получении общей суммы затрат при обновлении предприятия была отмечена экономия средств по проекту в размере 40% с учетом того, что новое покрытие продлит жизненный цикл эксплуатируемых труб на срок гораздо больше запланированного при первичной инкапсуляции.

СОВОКУПНАЯ СТОИМОСТЬ ВЛАДЕНИЯ

Если адгезионная прочность материала находится в том же диапазоне, что и когезионная или выше ее, то при попытке удалить покрытие, обертывающее трубу, часть его остается на поверхности металлического субстрата

в виде пленки, продолжая защищать трубу от механических повреждений или воздействия внешних факторов. В сравнении с традиционными покрытиями расходы на использование данной системы гораздо ниже и, соответственно, привлекательнее для конечных заказчиков. В силу нынешней тенденции вывода крупными компаниями технического контроля и надзора на аутсорсинг, а также затрат на ремонтные работы спрос на отказоустойчивые системы возрос, а конкуренция со стороны традиционной продукции ослабевает, поскольку заказчики предпочитают использовать вязкоупругие технологии. Широко известно, что традиционные виды



антикоррозионных покрытий не могут удовлетворить всем требованиям заказчиков. Традиционные материалы применяются, так как считаются «лучшим из доступных вариантов» или потому что широко применялись в прошлом. Кроме того, зачастую их продолжают использовать просто потому, что заказчик недостаточно глубоко исследовал имеющиеся на рынке новые технологии. Фактически же новейшие антикоррозионные вязкоупругие покрытия имеют следующие преимущества при обновлении трубных конструкций:

- улучшение физических свойств и более высокая эффективность инвестиций в долгосрочной перспективе;
- снижение необходимости обслуживания и долговременных затрат;
- снижение потенциального ущерба конструкции благодаря возможности самовосстановления;
- высочайший уровень коррозионной устойчивости;
- высочайший уровень стойкости к химическому воздействию;
- более широкие диапазоны технологической температуры;
- более быстрый и легкий процесс нанесения, нет необходимости в специальном оборудовании и квалифицированном операторе;

- инкапсуляция уже имеющихся неотслоившихся покрытий;
- и прежде всего – снижение расходов на подготовку поверхности и нанесение покрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неэффективность антикоррозионных покрытий – важный фактор, влияющий на срок эксплуатации трубопроводов. Коррозия трубы может привести к возникновению течи, что, в свою очередь, потребует ремонта, очистных мероприятий и – в некоторых случаях – замены трубы или ее компонентов. Расходы на ремонт и замену труб бывают довольно значительными, как и затраты на устранение разливов. Затраты, связанные с отрицательным воздействием на окружающую среду и ухудшением репутации, – это кошмар любой крупной нефтегазовой компании. Неспособность традиционных видов покрытий удовлетворять вышеперечисленным требованиям доказывает исчерпывающая статистика по сокращению жизненного цикла дорогостоящих распределительных систем, а также замене труб и их компонентов.

Помимо простоты нанесения данного покрытия, позволяющей проводить изоляционные работы без вывода производственных объектов из эксплуатации, применение современной изоляционной системы, не теряющей своих защитных свойств с течением времени, в конечном итоге значительно увеличивает стоимость вашего актива, как надежно защищенного от старения и разрушения в результате коррозии, так и безопасного для окружающей среды.

SEAL FOR LIFE
Industries

PART OF THE BERRY PLASTICS ENGINEERED MATERIALS DIVISION

A Anodeflex™ **S** STOPAQ™ **P** Polyken™
C Covalence™ **P** Powercrete™ **E** Easy-Qote™
S SEALTAQ™ **B** Blockr™ **S** SynergyQ™

Seal For Life Industries
Gasselterstraat 20
9503 JB Stadskanaal
The Netherlands
P.O. Box 285
9500 AG Stadskanaal
The Netherlands
Тел.: +31 (0)599-696170
Факс: +31 (0)599-696177
e-mail: info@sealforlife.com
http://www.sealforlife.com/