

ISSN 1811-1858

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ



С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ
ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІ

ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СЕРИЯ



4' 2011

**ПМУ ХАБАРШЫСЫ
ВЕСТНИК ПГУ**

**Р.А. ХАЙБУЛИНА, Д.Г. КАВЕРЗИН,
Р.Б. АЙДАРГАЛИН, В.А. ГЛАЗЫРИН
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ
ОТ КОРРОЗИИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА И
НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Одной из основных причин выхода из строя нефтегазового оборудования на объектах добычи, подготовки, транспорта, переработки и хранения нефти является коррозия. Коррозия не только снижает срок службы резервуарного оборудования, но и непосредственно оказывает влияние на промышленную безопасность при его эксплуатации.

Опыт эксплуатации стальных товарных и технологических резервуаров показывает, что внутренняя поверхность, как правило, подвергается равномерной, язвенной, щелевой и ножевой (коррозия по границам зерен в зоне перегрева около сварного шва) коррозии.

Анализ эксплуатации резервуаров показал, что скорость равномерной коррозии резервуаров составляет от 0,04 до 1,1 мм/год, но при язвенной коррозии наиболее опасны сквозные поражения, приводящие к утечке продукта. Скорость язвенной коррозии при этом превышает равномерную в 3–6 раз и может достигать 8 мм/год.

С точки зрения коррозии резервуаров, днище — это наиболее опасный элемент конструкции, поскольку оно является наиболее тонкой ее частью, которая постоянно контактирует с подтоварной водой, насыщенной химически активными элементами, ускоряющими процесс коррозии. Результаты анализа аварий резервуаров говорят о том, что именно сквозные отверстия днищ и ножевая коррозия упорного узла (место соединения днища со стенкой), возникшие в результате повреждений защитных покрытий, были причиной наиболее крупных катастроф.

Важнейшее значение в решении задачи снижения скорости коррозии оборудования имеет повышение уровня противокоррозионной защиты, что,

в свою очередь, обеспечивает промышленную безопасность производства и его экономическую эффективность. Рассмотрим наиболее распространенные методы защиты от коррозии.

Также немаловажную роль играет оптимизация издержек на эксплуатацию и ремонт оборудования, что напрямую отражается на сокращении времени капитальных ремонтов и требованиях к сроку безостановочной эксплуатации оборудования. Все это приводит к повышению требований к защитным покрытиям внутренней поверхности оборудования.

Современный рынок покрытий для резервуаров в нефтегазовой отрасли можно разделить на группы в соответствии с температурой эксплуатации оборудования (до 60°C; 90°C; 120°C и выше) и назначением (хранение сырой нефти, нефтепродуктов и специальных химикатов).

Основными критериями выбора защитного покрытия внутренней поверхности резервуаров являются:

- стойкость к воздействию высоких температур в условиях погружения;
- химическая стойкость - способность противостоять воздействию широкого спектра агрессивных сред в широком интервале температур;
- высокая адгезия;
- стойкость к воздействию механических нагрузок - удар, абразивный износ;
- возможность однослойного нанесения;
- нанесение в условиях отрицательных температур;
- длительный срок службы;
- быстрый ввод покрытия в эксплуатацию в нормальных условиях.

Антикоррозионная защита с применением изолирующих покрытий. Изолирующее покрытие — это покрытие, отделяющее основной металл, из которого изготовлен резервуар, (чаще всего это ст.3 или 09Г2С), от агрессивной среды, и тем самым предотвращающее процесс коррозии основного металла. Изолирующие покрытия для защиты резервуаров могут наноситься с помощью окраски лакокрасочными материалами и газотермическими методами напыления коррозионностойких сталей и сплавов.

Преимущества применения лакокрасочных материалов:

- сравнительно невысокая стоимость материалов;
- низкие затраты на нанесение ЛКМ. Нет потребности в использовании горючих газов, необходимых при газотермических методах, или электроэнергии для нанесения металлизационных покрытий методом электродуговой металлизации.

Опыт эксплуатации лакокрасочных покрытий показывает, что средний срок службы лакокрасочных покрытий до проведения местных ремонтов покрытий находится в пределах от 5 до 10 лет, а общий срок службы покрытий до их замены находится в пределах от 8 и более лет.

Доказано, что возникновение местных дефектов лакокрасочных покрытий, приводящих к нарушению их целостности, вызывает уменьшение длины покрытия по отношению к длине стенки резервуара при снижении температуры окружающей среды, которая также значительно уменьшает пластичность лакокрасочных материалов. Так, например, при снижении с летней температуры +35°C до зимней температуры с - 40°C уменьшение длины окружности стальной стенки резервуара диаметром 10 метров составит 30 мм (КЛР = 13 x 10-6), а уменьшение длины окружности покрытия на эпоксидной основе, например Permakor128, составит 129 мм (КЛР = 55 x 10-6).

В пересчете на 1 метр разница в длине стенки и лакокрасочного покрытия составит 3,15 мм, что повышает вероятность образования микротрещин в лакокрасочном покрытии по сравнению с металлизационным.

Хорошим вариантом антикоррозионной защиты является использование в производстве резервуарного оборудования специальных металлов, имеющих полиуретановую основу. Полиуретановые смолы, входящие в состав покрытий, имеют необходимую степень адгезии не только с металлическими поверхностями, но и с неметаллическими. Они придают основе высокую стойкость к истирающим воздействиям, маслам, растворителям, а также эластичность и твердость. Отличает полиуретановую основу и следующие показатели: атмосферостойкость, газонепроницаемость, водостойкость, декоративность. Срок эксплуатации резервуарного оборудования покрытого полиуретановой основой значительно увеличивается, так срок службы самой основы составляет не менее 10 лет на внутреннем покрытии резервуаров, и не менее 15 лет на внешнем покрытии. Данное покрытие может наноситься при высокой влажности воздуха и температуре окружающей среды до плюс 500 °C как специальным аппаратом, так и ручным способом. Еще одним достоинством полиуретанового покрытия является высокая ремонтпригодность и стойкость к ультрафиолетовому излучению.

Антикоррозионная протекторная защита. При подземной установке емкостей и металлоконструкций, особенно во влажном грунте, вблизи промышленных предприятий, свалок, высоковольтных линий электропередач и др. рекомендуется принимать дополнительные меры по предотвращению коррозии металла резервуара. Для этих целей, наряду с антикоррозионным покрытием, рекомендуется дополнительно устанавливать специальное оборудование, которым обеспечивается катодная электрохимическая защита резервуаров и металлоконструкций. Электрохимическая катодная защита дает возможность продлить срок службы резервуаров, трубопровода и других металлоконструкций в несколько раз. Катодный ток значительно снижает значение электропотенциала, благодаря чему сильно уменьшает скорость коррозии.

Принцип протекторной катодной защиты заключается в том, что к защищаемой металлоконструкции присоединяют более электроотрицательный металл – протектор – который, растворяясь в окружающей среде, защищает от разрушения основную конструкцию.

Протекторную защиту применяют для борьбы с коррозией металлических конструкций в морской и речной воде, грунте и других нейтральных средах. При этом следует учитывать, что использование протекторов в кислых растворах нецелесообразно вследствие высокой скорости саморастворения.

Опыт антикоррозионной защиты резервуарных парков показал, что катодная защита металлоконструкций резервуаров магниевыми и алюминиевыми протекторами оказалась не эффективной по причине низкого срока службы (2-2,5 года).

Металлизациянные антикоррозионные покрытия. Процесс металлизации распылением заключается в непрерывном плавлении металла, распылении его на мельчайшие частицы и нанесении на подготовленную методом абразивно-струйной обработки поверхность. Попадая на металлизированную поверхность, частицы деформируются, нагромождаются друг на друга и образуют металлизационное покрытие слоистого строения. При этом температура изделия в ходе напыления не превышает 120°С.

При металлизации сцепление частиц с основанием происходит вследствие шероховатости поверхности и под действием молекулярных сил и носит в основном механический (адгезионный) характер.

Основными недостатками металлизации считались ранее большая пористость, недостаточная адгезия и значительные потери металла при распылении (приводящие к высокой цене). Однако современные установки напыления позволяют снизить пористость до 5-7%, обеспечить коэффициент использования материала свыше 70%. Адгезия напыленного металла многократно превышает адгезию лакокрасочных и полимерных композиций. Для дальнейшего повышения плотности и уменьшения проницаемости покрытий используются разнообразные пропитки, стойкие к воздействию агрессивных сред, а также окраска. Стоимость нанесения металлических покрытий уже с сравнима со стоимостью качественных полимерных покрытий.

К преимуществам металлизационных покрытий, и в частности напыления алюминием, относятся следующие:

- более высокая адгезия, прочность и стойкость к механическим воздействиям по сравнению с лакокрасочными покрытиями;
- более длительный срок службы (до 10 раз) по сравнению с лакокрасочными покрытиями за счет высокой коррозионной стойкости, отсутствия процессов старения, механической прочности и коэффициента термического линейного расширения, близкого к коэффициенту основного металла, из которого изготовлен резервуар;

- напыленный металл имеет высокую электропроводность, что исключает образование статического заряда в процессе налива и слива продукта;

- более высокая надежность за счет двойной функциональности покрытия: кроме изолирующих свойств, в случае повреждения покрытия до основного металла напыленное покрытие начинает работать как протекторная защита, выполняя функции жертвенного анода;

- металлизационные анодные покрытия обладают уникальным свойством самовосстановления при возникновении мелких, диаметром или шириной до 2 мм дефектов: процесс коррозии локализуется непосредственно на поврежденном участке, при этом образуются химически стойкие продукты коррозии, которые заполняют дефекты покрытия, восстанавливая его работоспособность;

- металлизационные покрытия являются единственным типом антикоррозионных покрытий, обладающих способностями самовосстановления. Поэтому им не страшны язвенная, щелевая, питтинговая и др. типы стесненных коррозий, оказывающих наиболее губительное воздействие на металлоконструкции.

На сегодняшний день практически все крупногабаритные конструкции в той или иной степени защищены металлизационными покрытиями. По данным некоторых источников, срок службы металлизационных покрытий в резервуарах может достигать 50 лет. Реальность такого срока службы металлизационных покрытий в условиях среды с высокой коррозионной активностью подтверждается данными Института электросварки имени Патона.

Комбинированные антикоррозионные покрытия. Металлизацию с последующей окраской, используемые для защиты стальных металлоконструкций, называют комбинированными покрытиями, представляющие собой двухслойные системы, нижний слой которых получен металлизацией, а верхний – нанесением лакокрасочного покрытия. Срок службы комбинированных покрытий за счет синергии существенно выше, чем сумма сроков службы каждого слоя в отдельности, поэтому их следует применять для долговременной защиты от коррозии стальных конструкций, которые будут эксплуатироваться в средне- и сильноагрессивных средах внутри зданий, на открытом воздухе и под навесами, а также в жидких органических и неорганических средах.

Особенности эксплуатации комбинированных антикоррозионных покрытий (преимущества и недостатки):

- при повреждении верхнего лакокрасочного слоя функции изолирующего покрытия начинает выполнять напыленный металлический слой;

- комбинированные покрытия сочетают в себе положительные свойства изолирующих покрытий и катодной защиты: при повреждении обоих слоев – лакокрасочного и металлизационного, металлизационный слой выполняет функцию жертвенного анода, предотвращая коррозию основного металла;

- легкость в обнаружении местного дефекта покрытия, достигающего до основного металла по вспучиванию. При этом основной металл будет защищен от коррозии металлизационным слоем по принципу катодной защиты;
- более высокая надежность покрытий при эксплуатации в высокоагрессивных средах и жестких условиях по сравнению с лакокрасочными и металлизационными покрытиями, высокая адгезия лакокрасочных материалов с алюминиевым покрытием.
- общим положительным качеством всех перечисленных видов покрытия является их ремонтпригодность, то есть возможность локального восстановления в случае возникновения местных дефектов;
- исследование условий и причин разрушения металла и разработка мероприятий по повышению надежности эксплуатации нефтепромыслового оборудования являются актуальной проблемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гоник А.А., Калимулин А.А., Сафонов Е.Н. // Защита нефтяных резервуаров от коррозии - г. Уфа: РИЦ АНК «Башнефть». 1996.
- 2 Фришберг И.В., Юркина Л.П., Субботина О.Ю. и др. // Лакокрасочные материалы и их применение. 1997. № 2.
- 3 Люблинский Е.Я. Протекторная защита морских судов и сооружений от коррозии. // Е.Я. Люблинский. – Л.: Судостроение, 1979.

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар. Материал поступил в редакцию 04.05.2012

Р.А. ХАЙБУЛИНА, Д.Г. КАВЕРЗИН, Р.Б. АЙДАРГАЛИН,
В.А. ГЛАЗЫРИН

СҮЙЫҚҚОЙМАЛАР ЖИЫНТЫҒЫН ЖӘНЕ МҰНАЙГАЗ
ЖАБДЫҚТАРЫН КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
ТӘСІЛДЕРІ

R.A. KHAIBULINA, D.G. KAVERZIN, R.B. AIDARGALIN,
V.A. GLAZYRIN

TECHNOLOGICAL METHODS OF CORROSION PROTECTION OF
TANK FARM AND NATURAL GAS EQUIPMENT

Түйіндеме

Осы мақалада сұйыққоймалар мен мұнайгаз жабдықтарының коррозиясының ерекшеліктері көрсетілген. Сонымен қатар коррозиядан қорғаудың технологиялық тәсілдері жан-жақты қарастырылған.

Resume

The paper presents the features of corrosion of tanks and oil and gas equipment. The technological methods of protection against corrosion considered in detail.