

УДК 620.197.6:665.62

А.Ф. Корнякин<sup>1</sup>; А.Е. Бакланов<sup>1</sup>; Г.А. Бегунова<sup>1</sup>, e-mail: gbegunova@astrakhan-dobycha.gazprom.ru<sup>1</sup> ООО «Газпром добыча Астрахань» (Астрахань, Россия).

## ОПЫТ ДОСТИЖЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ АСТРАХАНСКОГО ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Оборудование Астраханского газоперерабатывающего завода подвержено коррозионно-эрозионному износу. Работа по подбору методов противокоррозионной защиты продолжается на протяжении 20 лет. В результате применяемых в настоящее время мероприятий обеспечен оптимальный уровень защиты оборудования.

**Ключевые слова:** коррозионно-эрозионный износ, скорость коррозии, абсорбер, защитный экран, металлизационное покрытие.

На начальном этапе эксплуатации Астраханского газоперерабатывающего завода (ГПЗ) при проведении мониторинга были определены объекты, наиболее подверженные коррозионно-эрозионному износу. Так, после выхода Астраханского ГПЗ на проектную мощность максимальная скорость коррозии абсорберов установок аминовой очистки газа У-72 и У-41, предназначенных для очистки сырого отсепарированного газа от сероводорода  $H_2S$ , оксида углерода  $CO_2$  и части сероорганических соединений водным раствором диэтанолamina (ДЭА), по данным УЗТ и образцам-свидетелям, достигала 3–5 мм/год.

В связи этим с 2000 г. началась активная работа по поиску методов снижения коррозионного влияния на внутреннюю поверхность данных аппаратов. В 2000–2002 гг. были проведены испытания 24 образцов систем внутренних защитных покрытий производства «Рокор», Smart systems GmbH, «АДРЕМ», SIGMA, «КОЛУМБУС», THRANE & TRANE, JOTUN. Все покрытия не выдержали испытаний. На основании внутренних осмотров аппаратов и по результатам толщинометрии было определе-

но, что наиболее активные коррозионные процессы наблюдаются в нижней части абсорберов в зоне между второй тарелкой и уровнем жидкости.

В указанной зоне коррозионно-эрозионные поражения имели различный характер в зависимости от места расположения в аппарате:

- внутри сливных карманов двух первых тарелок наблюдаются локальная коррозия корпуса аппарата в виде язв с размытым нижним краем, а также сквозная коррозия крайних зон опорных колец поддона и вертикальных опорных элементов сливных перегородок;
  - в зоне ввода газа в районе опорных колец первой тарелки и поддона в корпусе аппарата встречаются поражения в виде пятен и полос различной формы и глубины;
  - на стенках аппарата в местах перелива абсорбента через сливные планки поддонов и в местах отсутствия герметичности между полотном тарелок и опорными кольцами коррозия носит локальный характер в виде вымывания металла.
- В целях защиты кубовой части абсорберов Астраханского ГПЗ от ударного действия газожидкостного потока был испытан ряд соответствующих конструкций.

Защитный экран представляет собой съемную конструкцию, состоящую из П-образных панелей из нержавеющей стали, расположенных между поясами на трех уровнях по всему периметру аппарата в зоне от первой тарелки до верхнего края нижнего люка-лаза. Эксплуатация экрана позволила уменьшить эрозионное воздействие потока насыщенного амина на стенки абсорбера. Однако попадание абсорбента между корпусом и экраном из-за перелива жидкости около стенки аппарата, а также утечки абсорбента вследствие отсутствия герметичности между полотном тарелки и опорными элементами значительно уменьшили его эффективность. В связи с этим были внесены изменения в конструкцию переливных устройств тарелок, находящихся в зоне ввода газа. Реконструкция заключалась в увеличении высоты сливных планок поддона двух нижних тарелок в зоне контакта со стенкой аппарата вплоть до уровня вышерасположенной тарелки в целях исключения возможности перелива абсорбента около корпуса аппарата. Увеличение высоты планок поддонов также создает ровную вертикальную поверхность



W Abrasives®

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

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 дроби

### Мы гарантируем:

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

# МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА PHENICS

Новая система для обработки, очистки поверхности и сбора абразива



Группа компаний WINOA разработала систему PHENICS – мобильную и компактную систему пневматического сбора и рециркуляции дроби, обеспечивающую значительную удаленность всасывания, одновременно производя рекуперацию дроби с помощью системы сит, воздушного и магнитного сепараторов.

## Предложение PhenicS включает в себя:

- **Аренда и продажа мобильных систем PhenicS**  
Мобильные системы имеют различные модификации, в зависимости от требований заказчика.
- **Стальная дробь высокого качества**  
Новый тип высокопроизводительной стальной дроби Profilium специально разработан для дробеструйной подготовки поверхности, обеспечивая оптимальный расход материала покрытия, за счет стабильного качества поверхности после очистки.
- **Техническая поддержка**
- Команда экспертов предоставляет регулярную техническую поддержку на месте для того, чтобы обеспечить наибольшую эффективность работы дробеструйного оборудования.

## Основные характеристики

- увеличение эффективности очистки и производительности;
- уменьшение объема необходимого абразива;
- резкое снижение количества образующихся отходов;
- снижение уровня пылеобразования;
- снижение объема ручного труда.

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



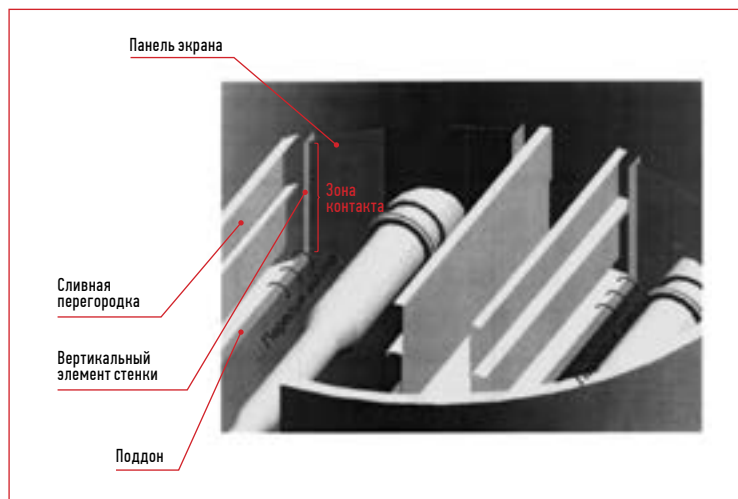


Рис. 1. Защитный экран

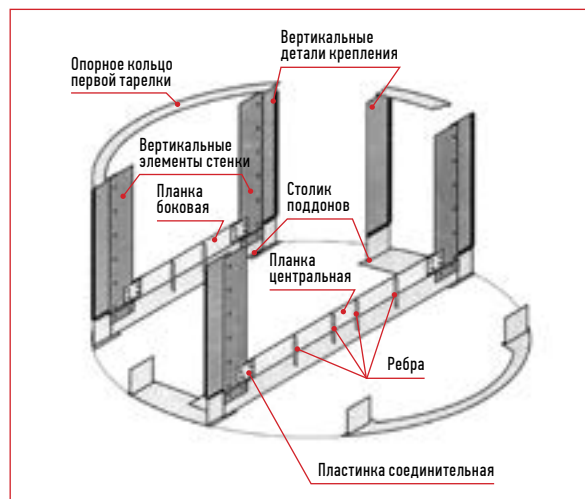


Рис. 2. Переливные устройства тарелок

уплотнения для панелей защитного экрана.

Данные мероприятия позволили сохранить все технологические параметры аппарата и уменьшить скорость коррозии более чем в три раза – с 4,4 до 1,5 мм/год.

Все способы изменения конструкции аппарата дали положительный эффект, однако скорость коррозии стенок аппаратов оставалась достаточно высокой, а в случае применения защитного экрана сохранялся локальный характер коррозионных процессов, значительно уменьшая возможный срок безопасной эксплуатации аппаратов. Вопрос о необходимости защиты внутренней поверхности покрытием оставался актуальным.

Специалистами ООО «Газпром добыча Астрахань» совместно с ООО «ТСЗП» была разработана схема ремонта абсорберов и испытан (на образцах из углеродистой стали) ряд покрытий для решения поставленной задачи. На основании проведенных испытаний было выбрано покрытие типа NiCrMo (с применением порошка X28H10M5C1) и создана роботизированная установка ТСЗП-SB500 для нанесения защитного покрытия в зоне кубовой части аппарата. Впервые на Астраханском ГПЗ однослойное металлизационное покрытие было нанесено в ноябре 2002 г. В последующие годы все

абсорберы сероочистки У-172/272 были защищены этим покрытием. Анализ данных ультразвуковой толщинометрии и результатов внутренних осмотров показал, что защитное металлизационное покрытие обеспечило эффективную защиту от коррозионно-эрозионного износа кубовых частей абсорберов сероочистки Астраханского ГПЗ.

Однако необходимо отметить, что после 1,5–2 лет эксплуатации была выявлена подпленочная коррозия на металле с однослойным металлизированным покрытием в жидкой среде с высоким содержанием сероводорода.

В связи с этим разработчиком покрытия ООО «ТСЗП» был предложен вариант двухслойного покрытия, составленного из подслоя и основного слоя. Специальный подслой предотвращает возникновение и развитие подпленочной коррозии, обеспечивая тем самым гораздо большую коррозионную стойкость покрытия в жидкой фазе.



Рис. 3. Роботизированная установка ТСЗП-SB500

В июле 2006 г. внутри абсорбера С01 1У172 было нанесено металлизационное покрытие по новой технологии с применением двухслойного покрытия. В двухслойном покрытии первый слой образуется с применением порошка на основе высоколегированной стали X14H7C3P3, имеющего точку плавления 1060 °С, что позволяет наносить его в более расплавленном состоянии и получить менее пористое покрытие, чем для верхнего слоя, получаемого с применением порошка на основе высоколегированной стали X28H10M5C1 (точка плавления – 1975 °С). Таким образом, двухслойное покрытие исключает контакт среды с основным металлом и предотвращает возникновение подпленочной коррозии – основной причины разрушения однослойного покрытия. Для снижения пористости и шероховатости напыленной поверхности наносится пропитка – двухкомпонентный термостойкий лак МД-350.

По результатам осмотров двухслойного покрытия во время плановых остановов в 2007 и 2008 гг. абсорбера С01 1У172 было установлено, что в нижней части зоны напыления не выявлено наблюдавшихся ранее типичных повреждений металлизационного покрытия (отслоений, трещин). Это свидетельствует об увеличении прочности сцепления и непроницаемости покрытия,

# Металлизированные концы труб и деталей трубопроводов

Представляют собой тонкостенные втулки из коррозионностойкой стали, устанавливаемые на неизолированные участки трубы.



Диаметр труб  
от 57 + 420 мм



Рабочее давление  
до 210 атмосфер



Температура эксплуатации  
от -40 + +80 °С

## Преимущества:

- **Технологичность**  
Не меняется внутренний диаметр трубы, что позволяет:
  - применять механические средства очистки (скребки)
  - не создавать дополнительные местные сопротивления потоку жидкости в месте установки втулок
- **Минимизация трудозатрат**  
До 46% дешевле, чем установка специализированных втулок
- **Надежность**  
Фиксированное усилие при монтаже втулки гарантирует высокую надежность изоляции в зоне сварного шва

## Область применения:

В промышленных трубопроводах, транспортирующих коррозионно-активные жидкости.



Трубы



Детали трубопровода



Секции труб

## Причины, чтобы выбрать нашу продукцию:

1. Мы подберем тип внутренней антикоррозионной защиты трубопроводов в зависимости от условий эксплуатации.
2. Исследование микроструктуры сварного соединения труб и торцов втулок показало отсутствие коррозионных повреждений в процессе промышленных испытаний.

## Гарантии изготовителя

Срок службы труб с внутренним лакокрасочным покрытием и металлизированными концами труб составляет не менее 15 лет.

контактирующего с жидкой фазой. В связи с лучшими результатами осмотра в 2007 г. было рекомендовано применение данного двухслойного покрытия при напылении остальных абсорберов.

В настоящее время для защиты внутренней поверхности абсорберов применяется двухслойное металлизационное покрытие, обеспечивающее достаточную защиту поверхности металла в течение минимум четырех лет.

Все внедренные защитные мероприятия были направлены на уменьшение скорости коррозии в зоне ввода газа и обеспечили антикоррозионную защиту только в зоне от второй тарелки до нижнего люка-лаза Н-1 (верхняя часть куба – выше уровня раздела фаз).

Однако с учетом длительного срока эксплуатации и скорости коррозии нижней части куба корпуса (до 1,0 мм/год) и нижнего днища (до 0,5 мм/год) толщина основного металла аппаратов приблизилась к отбраковочной. Коррозионные разрушения металла носят преимущественно равномерный характер. В случае сохранения таких скоростей коррозии в ближайшие годы встанет вопрос о необходимости замены нижней обечайки и днища корпуса.

В объем ремонта по замене нижней обечайки (V11) и нижнего днища (№ 2) войдут мероприятия по демонтажу, транспортировке, сварке толстостенных элементов и грузоподъемные работы на крупногабаритных элементах колонны, по обвязке трубопроводами, установке лестниц и площадок обслуживания. Однако проведение ремонта колон-

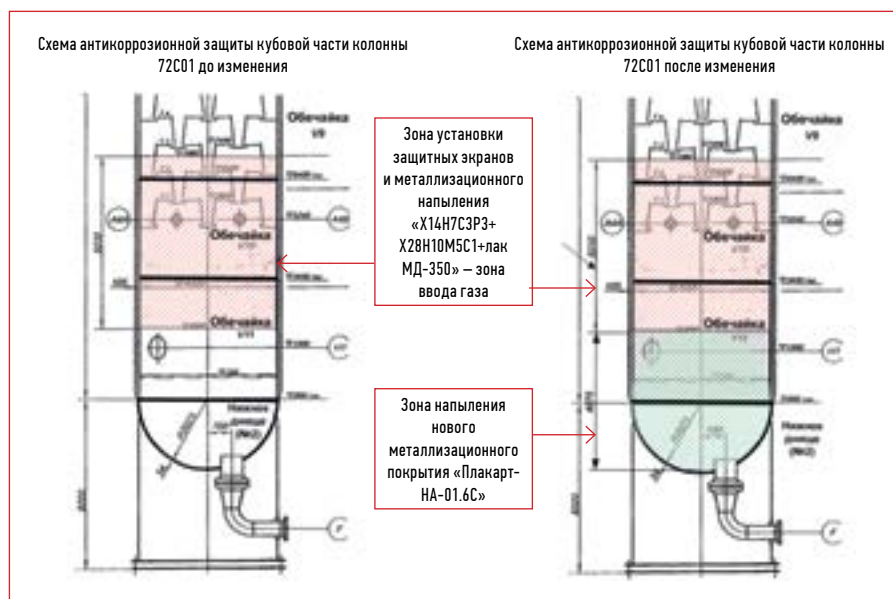


Рис. 4. Схема нанесения металлизационного покрытия

ны 72С01 весом 380 т и высотой почти 40 м требует значительных финансовых затрат на закупку дорогостоящего оборудования и ресурсоемкие механомонтажные работы в стесненных условиях. Кроме того, предприятие понесет убытки от выпадающей прибыли в связи с длительным простоем установки. В 2017 г. для защиты от коррозии нижней обечайки (V11) и нижнего днища (№ 2) корпуса аппарата 72С01 АГПЗ нанесено двухслойное металлизированное покрытие «Плакарт-НА-01.6С».

Отличительной характеристикой материала подслоя «Плакарт-01.6-НА», основу которого составляет высоколегированная сталь X14Н7С3РЗ, является возможность нарастить толщину основного металла до 500 мкм (0,5 мм), что особенно важно в условиях эксплуатации нижней обечайки и нижнего днища с тол-

щинами, близкими к минимально допустимым. Материал основного слоя «Плакарт-01.3-НА», основу которого составляет высоколегированная сталь X28Н10М5С1 толщиной 150–250 мкм, обеспечивает покрытие стойкость к эрозионному и коррозионному износу. Материал пропитки МД-350 выполняет функцию снижения пористости и шероховатости готового покрытия.

#### ПРОВЕДЕННЫЕ РАБОТЫ ПО ЗАЩИТЕ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АППАРАТОВ ОТ КОРРОЗИИ ПОЗВОЛИЛИ:

- 1) продлить ресурс работы технологического оборудования Астраханского ГПЗ;
- 2) повысить безопасность его эксплуатации;
- 3) получить значительный экономический эффект от реализации этих мероприятий.

#### Литература:

1. Фомин Г.С. Коррозия и защита от коррозии. Энциклопедия международных стандартов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1999. 520 с.
2. Фармазов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. М.: Химия, 1988. 304 с.
3. СТО Газпром 9.0-001-2009. Защита от коррозии. Основные положения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/59/59643/> (дата обращения: 26.03.2018).
4. Р Газпром 9.1-029-2014. Коррозионно-стойкие металлические, керамические и металлокерамические нанопокрывтия газотермического нанесения. Технические требования. СПб.: ОАО «Газпром», 2016. 23 с.
5. ГОСТ 9.407-2015. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121786> (дата обращения: 26.03.2018).
6. ГОСТ 9.304-87. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия газотермические. Общие требования и методы контроля [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200014731> (дата обращения: 26.03.2018).