

Был проведен анализ работы цеха. Установлено, что главным источником потерь аммиака, азотной кислоты и аммиачной селитры является аппарат – пользователь тепла нейтрализации (ИТН) с выносным промывателем сокового пара, снабженным ситчатыми промывными тарелками. Исходные реагенты поступают в реакционную зону аппарата противотоком, что вызывает попадание газовой фазы с высокой концентрацией аммиака на струи азотной кислоты и образование тумана аммиачной селитры с примесями аммиака и азотной кислоты. Выпарка воды в ИТН происходит за счет тепла реакции нейтрализации азотной кислоты аммиаком. Далее смесь сокового пара и тумана подают в выносной промыватель для очистки от аммиачной селитры и кислоты. Существующее распределение потоков реагентов обуславливает нестабильную работу оборудования и часто приводит к нарушениям технологического режима.

Был сделан литературный обзор по способам получения аммиачной селитры. Установлено, что более эффективным является аппарат ИТН, совмещенный с промывателем сокового пара. Он предназначен для получения раствора аммиачной селитры путем нейтрализации азотной кислоты повышенной концентрации от 58 до 60 % мас. (в ИТН с выносным промывателем азотную кислоту предварительно разбавляют до 55 %) газообразным аммиаком с использованием тепла реакции для выпаривания воды из раствора под атмосферным давлением. Применение более концентрированной азотной кислоты позволяет сократить расходы на стадии подготовки сырья и дает возможность получить на выходе из ИТН плав аммиачной селитры с концентрацией 93 % мас.

Усовершенствованный аппарат ИТН является прямоточным реактором с естественной циркуляцией и состоит из трех частей: реакционной, промывной и сепарационной. Внутри корпуса реакционной части находится стакан, в котором происходит реакция нейтрализации азотной кислоты аммиаком при температуре от 155 до 165 °С. Время пребывания реагентов в реакционной зоне составляет 0,5-1,0 с. В нижней части стакана имеются отверстия, предназначенные для многократной циркуляции раствора аммиачной селитры общей площадью 1,5 м². Подогретые газообразный аммиак и азотную кислоту подают в нижнюю часть реакционного стакана и равномерно распределяют по сечению. В этом аппарате усовершенствовано распределение потоков аммиака и азотной кислоты: кольцевой барботер азотной кислоты установлен на входе в рабочую зону, а аммиачный барботер, выполненный в виде шести фонарей, верхняя часть которых перфорирована, установлен далее по ходу потока. Верхняя часть реакционного стакана заканчивается диффузором, обеспечивающим постепенное нарастание скорости на выходе из стакана, тем самым предотвращает возникновение гидроударов больших масс парожидкостной смеси. Вывод парожидкостной смеси производится через завихритель. Верхняя часть аппарата представляет собой промыватель с колпачковыми тарелками, которые обеспечивают более эффективную, чем ситчатые промывные тарелки, очистку сокового пара в большом диапазоне нагрузок. Конструкция промывной части предусматривает создание двух контуров орошения: верхние две тарелки орошаются конденсатом сокового пара с выводом его из аппарата и обеспечивают отмывку сокового пара от аммиачной селитры и азотной кислоты; на нижних

двух тарелках, на которые подают кислый раствор аммиачной селитры, улавливается газообразный аммиак из реакционной части, а также происходит некоторое упаривание раствора перед его сливом в реакционную часть аппарата. Циркуляция раствора аммиачной селитры в аппарате обеспечивает разбавление азотной кислоты, поступающей в реакционную зону, и снижает давление ее насыщенных паров, что также препятствует образованию трудноуловимого аэрозоля. На выходе из сепарационной части соковый пар проходит через сетчатый отбойник для окончательного отделения от брызг жидкости.

Конструктивные особенности аппарата ИТН, совмещенного с промывателем сокового пара, и оптимальное распределение потоков аммиака, азотной кислоты и аммиачной селитры по аппарату, позволяют:

- избежать попадания газовой фазы с высокой концентрацией аммиака на струи неразбавленной азотной кислоты, что делает процесс реагирования более «мягким» и уменьшает образование тумана аммиачной селитры, неизбежное при реакции в газовой фазе;
- обеспечить более равномерное распределение потоков реагентов по диаметру рабочего стакана;
- уменьшить загрязнение сокового пара примесями аммиачной селитры и кислоты;
- получить аммиачную селитру с содержанием основного вещества не менее 99,8 % мас. (в настоящее время – не менее 99,5 % мас.);
- уменьшить количество выбросов в атмосферу.

В настоящее время в технологии используют четыре аппарата ИТН с выносными промывателями сокового пара. Проведенные расчеты оборудования показали, что для обеспечения требуемой производительности достаточно установки двух усовершенствованных аппаратов ИТН. Сокращение количества аппаратов приведет к экономии энергетических ресурсов предприятия за счет оптимизации перекачиваемых потоков.

Таким образом, предлагаемое решение позволит повысить степень использования аммиака и азотной кислоты, значительно уменьшить потери готового продукта – аммиачной селитры, снизить количество вредных выбросов в атмосферу и сэкономить материальные, финансовые и энергетические ресурсы предприятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ НА СТОЙКОСТЬ К ПИТТИНГОВОЙ КОРРОЗИИ

*Трофимов А.А., Рудой В.М., Ярославцева О.В.
УрФУ, a.b.darintseva@ustu.ru*

Одним из наиболее опасных видов коррозионного повреждения нефтепромышленного оборудования является питтинговая коррозия. При этом виде коррозии большая часть поверхности металла находится в пассивном состоянии, коррозии подвержены отдельные участки поверхности, что приводит к образованию глубоких отверстий – питтингов. При внешне незначительном по-

вреждении поверхности и потере массы наблюдается выход оборудования из строя. Склонность к питтинговой коррозии имеют многие металлы и сплавы, которые, находясь в пассивном состоянии, в силу различных причин способны активироваться и подвергаться локальному растворению.

Задачей данной работы является исследование электрохимическими методами стойкости трубных сталей к питтинговой коррозии.

Коррозионные процессы на металлах, как правило, протекают по электрохимическому механизму. Поэтому различные электрохимические методы получили широкое распространение как среди способов испытаний, так и среди методов исследования. Одним из таких методов является изучение электрохимического поведения железоуглеродистых сплавов в условиях потенциостатической поляризации при потенциалах в области активно-пассивного перехода. Этот метод находит применение при исследовании локальных механизмов коррозии.

В данной работе определяли сравнительную устойчивость к питтинговой коррозии сталей 18Х3МФБ, 18ХМФБ, 15Х5МФБЧ. Для проведения испытаний была использована ячейка, подключенная по трехэлектродной схеме к измерительной станции Solartron 1280С. Поверхность рабочего электрода представляла собой прямоугольный торец стального образца, залитого в эпоксидный компаунд. В качестве электрода сравнения использовался насыщенный хлоридсеребряный электрод; вспомогательным электродом служила платиновая пластинка. Потенциодинамические и потенциостатические измерения проводили в растворе 0,75 М H_2SO_4 . Для метода циклической вольтамперометрии использовался раствор, состава 9,3 г/л H_3BO_3 , 10,07 г/л $Na_2B_4O_7$, 22,3 г/л $KSCN$. Выбор потенциала для регистрации колебаний тока осуществлялся по результатам потенциодинамических измерений. На потенциодинамической кривой выбирали участок от начала пассивации до полной пассивации, который разбивали на 3 равных отрезка. Обычно устойчивые колебания тока наблюдались при потенциале на границе между вторым и третьим отрезками. Образцы после циклической вольтамперометрии снимали на цифровом сканере CanonScanLide 70. В случае наличия на поверхности точечных поражений, на фото проводили несколько линий в произвольных направлениях. Определяли среднее число поражений на единицу длины линий. Квадрат этой величины принимали за число питтингов на единице площади поверхности.

При проведении измерений в потенциостатическом режиме можно наблюдать интенсивные колебания тока, что свидетельствует о процессе образования новых питтингов или активации/пассивации уже образованных питтингов.

Анализ колебательного процесса осуществляется с помощью двустороннего преобразования Фурье корреляционной функции, результатом которого является график распределения спектральной плотности по частотам. В качестве примера на рисунке 1 приведена спектрограмма для стали 18Х3МФБ. Исследование спектральной плотности дает информацию о наиболее вероятной частоте, с которой происходит активация питтингов. Для оценки интенсивности растворения стали используется площадь под кривой спектральной плотности,