

М. Ф. Шаехов, Ф. Ф. Кадыров, Э. Б. Гатина

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЛАЗМОЙ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Ключевые слова: коррозионная стойкость, высокочастотная плазма, питтинговая коррозия.

Приведены результаты коррозионных испытаний нержавеющей стали после высокочастотной плазменной обработки, а также режимы плазменной обработки для данных плазмообразующих газов. Проведена нетрадиционная обработка нержавеющей стали высокочастотной плазменной пониженного давления. Установлено влияние различных плазмообразующих газов на коррозионную стойкость нержавеющей стали.

Keywords: corrosion resistance, high plasma, pitting corrosion.

The results of corrosion tests of stainless steel after high plasma treatment and plasma treatment regimes for these plasma-forming gas. Held alternative stainless steels high plasma low pressure. The effect of various plasma-forming gas on the corrosion resistance of stainless steels.

В настоящее время проблема коррозии усугубляется резким старением основного металлофонда, физическим и моральным износом, недостаточной степенью возобновляемости и реновации, т.е. реконструкции и ремонта [1].

В последнее время, в связи с развитием неравновесной плазмы и потребностями ряда отраслей промышленности в изделиях, к эксплуатационным характеристикам которых предъявляются повышенные требования (износо- и коррозионная стойкость, высокая твердость, однородность микроструктуры поверхности), все большее практическое применение находит плазма высокочастотных (ВЧ) -разрядов пониженного давления.

Этот вид плазменной обработки отличается от других методов плазменного воздействия прежде всего используемыми диапазонами энергии и плотности потока активных частиц. Модификация материалов в ВЧ- разряде пониженного давления осуществляется за счет бомбардировки ионами, обладающими энергией 10-100 эВ при плотности ионного тока на поверхность (0,5-25) А/м². Помимо бомбардировки, ионы рекомбинируют на поверхности материала с выделением энергии 12,1-24,6 эВ, в зависимости от вида используемого плазмообразующего газа [2, 3].

В этой связи целью работы является изучение возможности применения плазмы ВЧ-разряда для увеличения коррозионной стойкости сталей.

Экспериментальная часть

Образцы для обработки в ВЧ плазме выполнены из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т, размером 20х60х1. Образцы прошли предварительную подготовку: механическую полировку и обезжиривание. Обработка проводилась на плазменной установке [4,5]. Образцы устанавливались в рабочей камере под углом 90° к плазменной струе. Режимы обработки в ВЧ плазме представлены в таблице 1.

Образцы подвергли визуальному анализу, после чего отправили на коррозионные испытания.

Таблица 1 - Режимы обработки в ВЧ плазме

Вид обработки	I _a , А	τ, мин	Давление в камере, Па	Расход газа, г/с	Визуальный анализ
Обработка аргоном	1,3	15	80-90	0,08	Образец приобрел желтоватый оттенок
Обработка аргоном + воздухом	1,5	5+10	140-150	0,08 + 0,04	Образец почернел
Обработка аргоном + пропаном	1,5	5+10	150	0,08 + 0,07	На образце осел черный осадок

Обсуждение результатов

Коррозионные испытания проводились электрохимическим методом, согласно ГОСТ 9.912-89 ЕСЗКС. Образцы испытывали на потенциостат-гальваностате IPC Pro-MF. Коррозионная среда- 0,1 молярный р-р NaCl, плотность тока- 1 мкА/см². В результате испытаний получены следующие хронопотенциограммы.

Как мы видим из выше представленных хронопотенциограмм, они имеют принципиальные отличия друг от друга. Хронопотенциограмма необработанной нержавеющей стали (рис. 1) напоминает классическую кривую анодного растворения. Из данной хронопотенциограммы легко можно выделить области, характерные для процесса анодного растворения. В интервале времени от 0 до 7000 сек располагается область активного растворения, в интервале времени от 7000 до 9000 сек располагается так называемая переходная область, в интервале времени от 9000 до 15000 сек наблюдается пассивное состояние, в интервале времени от 15000 сек и до конца процесса располагается область перепассивации, в которой вновь происходит активное растворение.

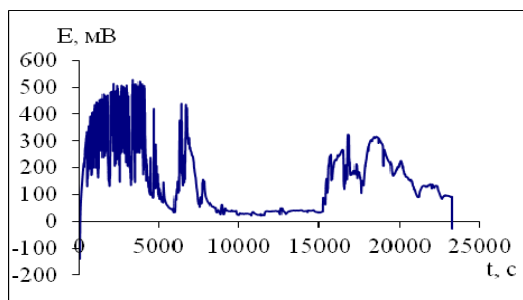


Рис. 1 - Хронопотенциограмма необработанной стали 12X18H10T

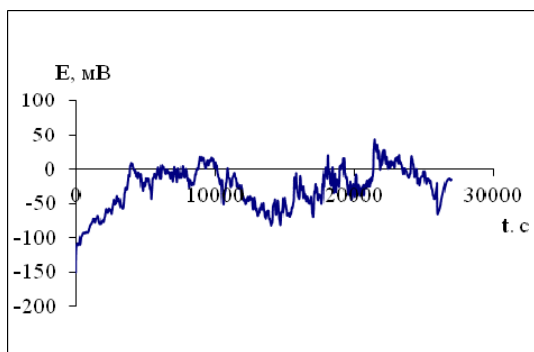


Рис. 2 - Хронопотенциограмма образца стали 12X18H10T, обработанного аргоном (образец №1)

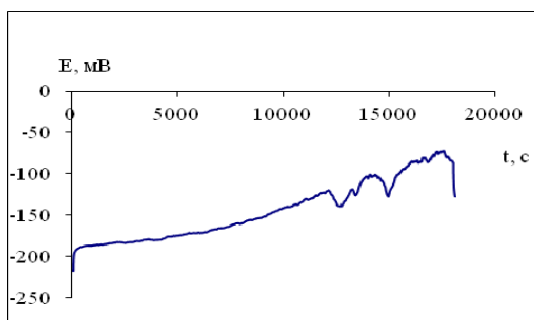


Рис. 3 - Хронопотенциограмма образца стали 12X18H10T, обработанного аргоном + воздухом (образец №2)

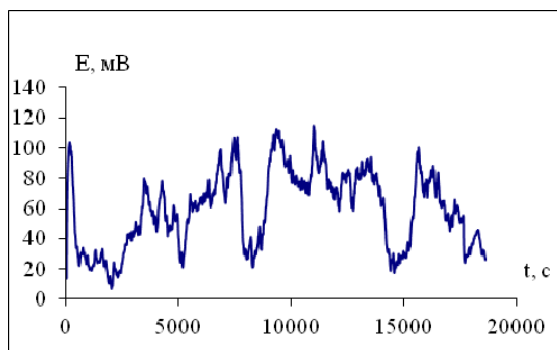


Рис. 4 - Хронопотенциограмма образца стали 12X18H10T, обработанного аргоном + пропаном (образец №3)

На хронопотенциограмме образца № 1 (рис. 2) наблюдаются чередующиеся области самопроизвольного растворения и активно-пассивного состояния. Это объясняется тем, что на поверхности металла имеется слой адсорбированного газа, который служит своего рода барьером на пути проникновения окислителей из коррозионной среды, а обработка аргоном частично или полностью его убирает. Этим и объясняется наблюдаемый нами эффект.

На хронопотенциограмме образца № 2 (рис. 3) наблюдается активное самопроизвольное растворение, что в прочем объясняется окислением поверхности кислородом воздуха. В результате окисления, легирующие элементы в составе нержавеющей стали, предназначенные для повышения коррозионной стойкости, теряют свои свойства.

На хронопотенциограмме образца № 3 (рис. 4) наблюдается активно-пассивного состояния на протяжении всего времени испытания. Примечательным является значительное снижение питтингообразования обработанного пропаном образца по сравнению с необработанным. Объясняется это цементацией поверхности. Образующиеся при этом карбиды более коррозионностойкие чем компоненты нержавеющей стали.

Вывод

После обработки в пропане наблюдается активно-пассивное состояние образца на протяжении всего времени испытаний. Также снижается процесс питтингообразования. Это значит, что обработка сталей ВЧ плазмой с целью увеличения их коррозионной стойкости, имеет хорошую перспективу. Достичь положительных результатов можно варьированием параметров плазменной обработки, а также подбором других углеродсодержащих плазмообразующих газов.

Литература

1. Коррозия металлов в растворах электролитов: учебное пособие / Р. А. Кайдриков, Б.Л. Журавлев, Л.Р. Назмиева. - Казань: КГТУ, 2011. - 152 с.
2. Модификация нанослоев в высокочастотной плазме пониженного давления: монография / И. Ш. Абдуллин [и др.]. - Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. - 356 с.
3. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2000. – 348с.
4. И.Ш. Абдуллин, А.А. Хубатхузин. Использование высокочастотной плазмы пониженного давления для получения изотропных свойств металла.
5. И.Ш. Абдуллин, А.А. Хубатхузин. Исследование градиента температуры факела высокочастотной плазм