

УЛУЧШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОЛИТНО- РАЗРЯДНОЙ ОБРАБОТКОЙ (ЭРО)



Физико-химические основы ЭРО созданы сравнительно недавно [1-4], но данный способ анодной обработки эффективно пополняет арсенал других физико-химических методов обработки материалов, обеспечивая эффективную очистку, полировку и формообразующий съем поверхностных слоев.

При исследовании различных режимов электрохимической обработки детали подключались в цепь постоянного тока в качестве анода электролитической ванны.

Вольтамперная характеристика возможных стадий процесса показана на рисунке. Параметры каждой стадии процесса определяют режимы обработки поверхности. В процессе ЭРО можно выделить следующие характерные участки.

Участок ОА характеризуется напряжением до 60 В и плотностью тока до 10 А/см². В этом ре-

жиме имеет место преимущественное распределение тока на микровыступах поверхности, что приводит к их сглаживанию.

Участок АВ образуется при увеличении напряжения до 80-90 В и плотности тока до 16 А см².

Для этого участка характерны периодические временные изменения тока, связанные с нагревом анода и образованием вокруг него парогазовых пузырей, которые разрастаются и схлопываются за время порядка 10⁻³-10⁻⁴ сек. Поэтому режим называется коммутационным. Он широко исполь-

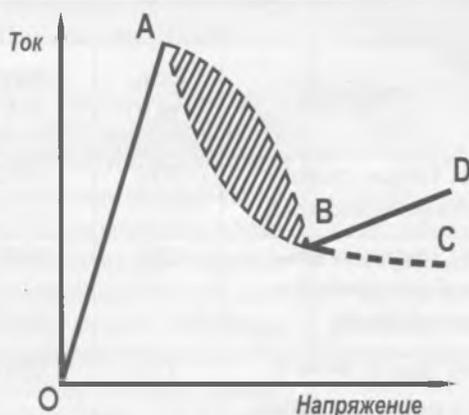


Рис. Обобщенная вольтамперная характеристика ЭРО

зуется для очистки поверхности анода от органических и неорганических загрязнений.

Дальнейшее повышение напряжения до 360-380 вольт приводит к режиму высокотемпературного нагрева (участок ВС) или электрогидравлическому (ЭГД) режиму (участок ВД), в зависимости от скорости изменения параметров процесса. В обоих режимах пузырьковое кипение электролита переходит в пленочное. Плотность тока снижается до 0,2-1,5 А/см². Устойчивая парогазовая оболочка вокруг анода разделяет его и жидкий катод.

Режим нагрева до 1000°С, наблюдаемый при напряжениях до 300 В, нашел применение для осуществления термозакалки, диффузии различных примесей, пайки и сварки. Наиболее широко этот процесс используется для проведения карбидизации и нитроцементации сталей. Он отличается от обычных способов нагрева высокой эффектив-

А. В. Степаненко, Д. С. Доманевский, А. А. Кособуцкий, А. Э. Паршута, Белорусский национальный технический университет, В. А. Бурский, Белорусское оптико-механическое объединение, В. П. Казаченко, Белорусский государственный университет транспорта

ностью и большей толщиной модифицируемых слоев.

ЭГД-режим можно наблюдать при более высоких, чем в режиме ВС, скоростях набора анодного напряжения $dU_a/dt > 10$ В/сек, при $U_a > 270$ В. Характерные признаки, свидетельствующие о наступлении ЭГД-режима, состоят в некотором расширении парогазовой оболочки вокруг анода, охлаждении электролита до 100°C и возникновении интенсивных искровых и газовых разрядов. Основным эффектом установившегося ЭГД-режима является уменьшение размеров анода, т.е. достижение эффекта размерного съема анода или поверхностного травления деталей. При этом происходит очистка, выравнивание и полировка поверхности в результате снижения ее шероховатости Ra. Так, при оптимальном подборе электрических и тепловых параметров процесса полировки для стали 12X18H9T удалось достичь шероховатости поверхности $Ra < 0,2$ мкм примерно за 5 минут. ЭГД-режим обеспечивает также высокую скорость очистки деталей от поверхностных загрязнений, в том числе окислов. Поэтому процессы очистки и полировки могут быть совмещены.

Наряду с этим ЭГД-режим полировки в процессе самой полировки приводит к существенной модификации поверхности аустенитных нержавеющей сталей, легированных хромом и никелем. В частности, этот метод является основным при подготовке поверхности деталей перед нанесением покрытий из титана, марганца, циркония, их нитридов и оксидов.

Компьютерный анализ изображения микроструктуры

показал, что электролитно-разрядное полирование ведет к увеличению размера зерна аустенита и уменьшению содержания карбидов. После полировки их по технологии ЭРО содержание карбидов составило 0,74 %, тогда как при механическом полировании 1,53%. Микротвердость стали стала равной 1,7 ГПа, что на 17% меньше, чем для стали подвергнутой механическому полированию. Таким образом, ЭРО приводит к обезуглероживанию за счет уменьшения содержания карбидов на поверхности стали в два раза по сравнению с механической полировкой, также снижается микротвердость, соответственно, возрастает пластичность.

Последнее свидетельствует об эффективном удалении поверхностных деформированных слоев. На обработанных образцах обнаружено также заметное улучшение коррозионной стойкости стали 12X18H9T, используемой для изготовления медицинских имплантантов, под воздействием физиологических растворов. Исследовались поляризационные кривые в потенциодинамическом режиме. Потенциал питтингообразования возрос до значения 1565 мВ. Результаты исследования анодных

поляризационных кривых приведены в таблице. Из этих данных, в частности, следует, что ЭРО обеспечивает такую же степень защиты нержавеющей стали от коррозии, как и многослойное покрытие из титана и алмазоподобного слоя толщиной 0,56 мкм.

Полученные результаты позволяют рекомендовать метод ЭРО в производственную практику как способ дальнейшего улучшения качества обработки и повышения эксплуатационных свойств деталей машин и приборов из нержавеющей сталей.

1. Лазаренко Б.Р. Коммутация тока на границе металл - электролит. - Кишинев: Штиинца, 1971.

2. А.с. №1314729 (СССР) от 27.05.1985 г. Способ электрохимической обработки / Станишевский В. К., Паршутто А.Э., Кособуцкий А.А.

3. Дураджи В.Н., Парсядяня А.С. Нагрев металлов в электролитной плазме. - Кишинев: Штиинца, 1988.

4. Баковец В.В., Поляков О.В., Долговесова И.П. Плазменно-электролитическая анодная обработка металлов. - Новосибирск: Наука, 1991.

Таблица

Образец	Ест., мV	Епитт., мV	Е корр (Епитт.-Ест.), мV
№1 (нерж. сталь - полирование ЭРО)	330	1565	1235
№2 (нерж. сталь - мех. полирование пастой ГОИ)	260	665	405
№3 (как в №2 + Ti и алмазоподобный слой)	415	1555	1140