

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВА ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Королёв А.Ю., Сенченко Г.М., Нисс В.С., Алексеев Ю.Г., Иванов А.И.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В качестве альтернативы существующим методам упрочнения поверхности титана и титановых сплавов предложен метод электрохимико-термической обработки – электролитно-плазменный нагрев в азот- или углеродсодержащем электролите с последующей закалкой путем отключения рабочего напряжения [1]. В работе исследовалось влияние тепловых и электрических условий (температура электролита, напряжение, плотность тока, удельная мощность) в процессе модифицирования поверхности титана с применением электролитно-плазменного нагрева на скорость нагрева, максимальную температуру нагрева и долю тепла, затрачиваемую непосредственно на нагрев.

Для исследований использовались образцы из титанового сплава ВТ6 диаметром 8 мм и длиной 30 мм. В качестве электролита использовался 10%-й водный раствор хлорида аммония. На рис. 1 представлены вольтамперные характеристики электролитно-плазменного нагрева при различных значениях температуры электролита. Для расчёта скорости и удельной мощности нагрева использовались данные, полученные при анализе начальных временных разверток тока. На развертках выделяются следующие стадии процесса нагрева (рис. 2).

1. Стадия погружения образца в электролит, во время которой происходит рост тока с образованием парогазовой оболочки вокруг образца. Длительность этой стадии, определяется скоростью погружения образца в электролит.

2. Стадия нагрева, во время которой в результате роста температуры образца увеличивается толщина парогазовой оболочки с постепенным снижением силы тока до постоянного значения. Длительность этой стадии соответствует времени нагрева образца.

3. Стадия поддержания температуры образца, во время которой значение силы тока остается постоянным.

Удельная мощность электролитно-плазменного нагрева определялась по стадии поддержания температуры образца – умножением усреднённого значения стабилизированного тока на соответствующее рабочее напряжение.

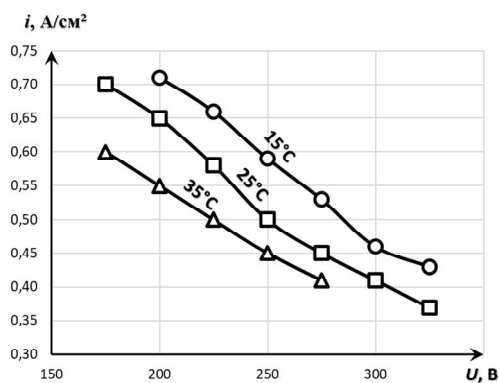


Рис. 1. Вольтамперные характеристики процесса анодного нагрева при различных значениях температуры электролита

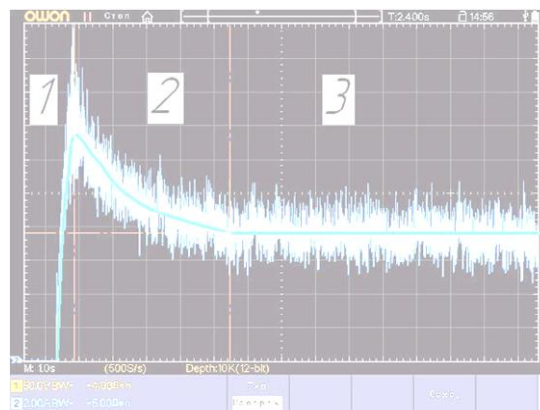


Рис. 2. Осциллограмма переходных процессов электролитно-плазменного нагрева при напряжении 175В

Зависимость распределения максимальной температуры нагрева от рабочего напряжения имеет параболический характер. В диапазоне 175–250 В наблюдается рост максимальной температуры нагрева, а далее происходит ее снижение. Во всём исследуемом диапазоне значений напряжения 175–275 В происходит плавный рост удельной мощности нагрева. В диапазоне от 175 до 250 В происходит увеличение скорости нагрева. Дальнейшее увеличение напряжения приводит к снижению скорости нагрева.

На рис. 3 представлена зависимость изменения доли тепла от рабочего напряжения. Максимальная доля тепла, поступающего в анод ($\eta_{ан} = 24,6\%$), обеспечивается при напряжении 250 В. С дальнейшим увеличением рабочего напряжения величина $\eta_{ан}$ снижается.

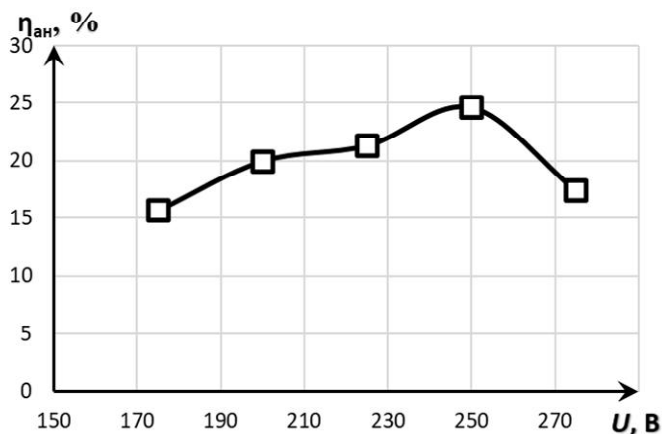


Рис. 3. Зависимость изменения доли тепла, затрачиваемого на нагрев анода, от напряжения

1. Особенности электролитно-плазменного нагрева при электрохимико-термической обработке стали / Ю.Г. Алексеев [и др.] // Наука и техника. – 2013. – №6. – С. 20-24.