**Модификация поверхности аустенитной нержавеющей стали плазменно-электролитной цементацией**

***Паленов И.Р.1, Петровичева А.С.1, Морозов В.И. 1, Берсенев Н.А.2, Колесников А.М.2, Мамедова Ф.Г.2***

*Аспирант, 1 год обучения*

*1Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва, Россия*

*2Костромской государственный университет, Кострома, Россия*

*E-mail:* [*palyonov.iw@yandex.ru*](mailto:palyonov.iw@yandex.ru)

Целью данного исследования является изучение эффективности применения анодной плазменно-электролитной цементации с последующей закалкой после нагрева для улучшения эксплуатационных свойств аустенитной нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

Обработка цилиндрических образцов высотой 15 мм и диаметром 11 мм проводилась в водном растворе электролита, содержащем 10 % хлорида аммония и 10 % глицерина, при температурах 750–900 °С в течение 5 минут. Температура образцов измерялась с помощью хромель-алюмелевой термопары, устанавливаемой в глухое осевое отверстие (с резьбой) в образце, выполняющего также роль резьбового соединения с токоподводом. Раствор электролита циркулировал в системе со скоростью 2,5 л/мин и подавался в ячейку электролизера через осевое отверстие, расположенное на дне рабочей камеры. После контакта с обрабатываемой деталью раствор стекал в приемную емкость, откуда поступал на прием насоса, и для стабилизации температуры раствора перед подачей в рабочую зону пропускался через теплообменник, где отдавал тепло охлаждающей воде. В качестве источника тока использовался блок питания постоянного тока с цифровым управлением.

Анодная плазменно-электролитная цементация (ПЭЦ) приводит к формированию в поверхностном слое образцов из нержавеющей стали диффузионного слоя и образованию упрочненного подслоя общей толщиной до 60–70 мкм. Изменение структурно-фазового состава подтверждается результатами рентгеновского анализа поверхности после обработки и объясняет упрочнение материала. Максимальная микротвердость диффузионного слоя на глубине 5–10 мкм от края поверхности наблюдается после ПЭЦ при 900 °С и составляет 700±10 *HV*0,050, что в 2,5 раза выше, чем у образцов до обработки. Увеличение микротвердости связано не только с диффузией углерода в стальную матрицу и образованием раствора внедрения, но и с выделением карбида хрома C3Cr7 в диффузионной зоне, которого не наблюдается у необработанной стали. Последнее, в сочетании с оксидами железа, формирующихся при высокотемпературном окислении поверхности парами воды (сопутствующий процесс) и снижением средней шероховатости в результате анодного растворения, благоприятно влияет на трибологическое поведение материала (табл. 1). Интенсивность изнашивания опытных образцов после ПЭЦ на 2 порядка ниже по сравнению с необработанной нержавеющей сталью, при этом наблюдается отсутствие линейной зависимости параметров трения от температуры насыщения.

Таблица 1. Температура *T*, напряжение *U* и сила тока *I* при анодной ПЭЦ, убыль массы Δ*m* (при анодном растворении), средняя *Ra* шероховатость поверхности, температура в зоне фрикционного контакта *Tfr*, коэффициент трения μ и убыль массы при трении Δ*mfr* после диффузионного насыщения и закалки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *T*, °С | *U*, В | *I*, А | Δ*m*, мг | *Ra*, мкм | *Tfr*, °С | μ | Δ*mfr*, мг |
| 750 | 138 | 10.2 | 90.9 | 0.33±0.04 | 45 | 0.313 | 0.3±0.1 |
| 800 | 157 | 8.8 | 64.1 | 0.17±0.04 | 51 | 0.452 | 0.5±0.1 |
| 850 | 175 | 8.2 | 52.5 | 0.23±0.03 | 79 | 0.354 | 0.3±0.1 |
| 900 | 195 | 6.9 | 41.6 | 0.24±0.01 | 76 | 0.497 | 0.1±0.1 |
| До обработки | | | | 0.8±0.05 | 68 | 0.401 | 23.2±0.3 |