**Эффективность электролитно-плазменных анодных нитроцементации и полирования изделий из технического титана для повышения эксплуатационных характеристик**

***Белов Р.Д., Сокова Е.В., Бесчетникова К.И., Мухина А.К., Носова М.А., Маркина Л.М.***

*Студент, 1 курс магистратуры*

*Костромской государственный университет, институт физико-математических и естественных наук, Кострома, Россия*

*E-mail: solne4nyjkrug@bk.ru*

Целью данного исследования является изучение влияния комбинированной электролитно-плазменной обработки, включающей анодную нитроцементацию и анодное полирование, на характеристики поверхности и эксплуатационные свойства технического титана.

Анодную электролитно-плазменную нитроцементацию (ЭПНЦ) цилиндрических образцов из технического титана ВТ1-0 высотой 15 мм и диаметром 11 мм проводили в водном растворе электролита, содержащем 10 % хлорида аммония, 5% ацетона и 5% аммиака, при температуре 750–900 оС в течение 5 минут. Температура электролита поддерживалась равной 23±2 оС, а скорость его циркуляции в системе составляла 2,5 л/мин. В конце анодного диффузионного насыщения образцы закалялись в электролите простым отключением напряжения. Последующее анодное электролитно-плазменное полирование (ЭПП) проводили в 4 %-ном растворе фторида аммония температурой 90 оС в течении 1–5 минут при напряжении 250–350 В. Скорость циркуляции электролита при ЭПП составляла 1,0 л/мин, а температура образцов не превышала 100 оС.

ЭПНЦ при температуре 900 оС позволяет сформировать твердый диффузионный слой в структуре титана толщиной до 30 мкм, максимальная микротвердость которого на глубине 5 мкм в приповерхностном слое составляет 1450±100 HV, и упрочненный подслой толщиной 70–100 мкм в результате структурно-фазовых изменений. Максимальное значение микротвердости в 6 раз превышает микротвердость необработанного материала (250±50 HV).

Коэффициент трения и интенсивность изнашивая снижаются в 1,4 и 4,4 раза соответственно после обработки при 750°С. Корреляции между наличием диффузионного слоя, высокой микротвердостью и результатами трибологических испытаний не наблюдается, потому что при разных температурах нагрева на поверхности формируется наружный оксидный слой, обладающий различной адгезией с подложкой и толщиной. В тоже время отсутствует корреляция между трибологическим поведением модифицированной поверхности и поверхностной шероховатостью, которая снижается до 2 раз после нитроцементации при всех исследуемых температурах.

ЭПП в 4%-ном растворе фторида аммония образцов после нитроцементации показало свою эффективность, обработка продолжительностью до 3 минут не снижает максимальную микротвердость и толщину диффузионного слоя. При этом наблюдается преимущественное растворение наружного оксидного слоя и дополнительное снижение средней шероховатости поверхности. Трибологические испытания показали, что коэффициент трения и интенсивность изнашивания нитроцементованного при 900 оС титана могут быть значительно снижены полированием в течение 3 минут при напряжении 250 В. В этом случае убыль массы при трении нитроцементованного ВТ1-0 уменьшается в 8 раз, и в 4,5 раза превышает износостойкость необработанного материала.

Таким образом, комплексная обработка поверхности технического титана, в частности ЭПНЦ при 900 оС и ЭПП в 4%-ном растворе фторида аммония температурой 90 оС в течение 3 минут при 250 В, позволяет в 6 раз повысить поверхностную микротвердость и в 4,5 раза износостойкость изделий.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10094-П) Костромскому государственному университету.*