**Повышение твердости и износостойкости аустенитной нержавеющей стали катодным и анодным электролитно-плазменным азотированием**

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

*Студент, 2 курс бакалавриата*

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

*E-mail: mari.nosova.04@bk.ru*

Целью данного исследования является изучение возможности повышения твердости и износостойкости нержавеющей стали 12Х18Н10Т электролитно-плазменным азотированием изделий при катодной и анодной полярности.

Катодное (КЭПА) и анодное (АЭПА) электролитно-плазменное азотирование цилиндрических образцов из нержавеющей стали 12Х18Н10Т высотой 15 мм и диаметром 11 мм проводили в водном растворе электролита, содержащем 5 % хлорида аммония и 5 % аммиака. КЭПА проводили при постоянной температуре 750 °C и вариации продолжительности насыщения от 5 до 30 мин, а также при постоянной продолжительности 10 минут при варьировании температуры насыщения от 650 до 850 °C. АЭПА проводили при постоянной продолжительности насыщения 5 мин, изменяя температуру от 650 до 850 °C. Насыщение в течение 5 мин при анодном варианте азотирования считается оптимальным, продолжительное насыщение приводит к чрезмерному растворению обрабатываемого материала. Температура электролита при азотировании поддерживалась равной 30±2 °С, а скорость его циркуляции в системе составляла 2,5 л/мин. В конце анодного и катодного диффузионного насыщения образцы закалялись в электролите простым отключением напряжения.

Катодное и анодное азотирование аустенитной нержавеющей стали сопровождается изменениями в структуре материала, в том числе формированием слоя нитридов железа, упрочняющих изделия на глубину диффузии. АЭПА при 650–700 °С позволяет повысить микротвердость стали в модифицированном слое до 1150 HV, глубина которого не превышает 20 мкм. С увеличением температуры АЭПА микротвердость и толщина диффузионной зоны снижаются, что указывает на блокирующее диффузию азота действие наружного оксидного слоя, сформированного при высокотемпературном окислении поверхности, интенсивность которого с увеличением температуры обработки возрастает. При КЭПА, несмотря на более продолжительное насыщение, сильно развитый оксидный слой значительно блокирует диффузию и микротвердость не превышает 580 HV.

Результаты трибологических испытаний показали, что после АЭПА во всех температурных режимах происходит снижение массового износа и коэффициента трения. Наилучшие результаты были получены после азотирования при 650 °С, когда массовый износ снизился в 166 раз, а коэффициент трения в 1,6 раза. При этих условиях наблюдается снижение температуры в зоне фрикционного контакта практически на 20 °С. В результате КЭПА при всех режимах обработки происходит повышение коэффициента трения по сравнению с необработанным образцом. В то же время происходит снижение массового износа в 13 раз при максимальной микротвердости поверхностного слоя, достигаемой после азотирования при 850 °С. Повышенная твердость поверхностного слоя определяет и наиболее высокое значение коэффициента трения, отражающееся в повышении температуры в зоне фрикционного контакта практически на 20 °С.

Таким образом, наиболее эффективно проводить АЭПА при температуре 650–700 °С в течение 5 минут, позволяющего сформировать слой нитридов железа в структуре нержавеющей стали, в 5 раз повысить ее микротвердость и в 166 раз износостойкость.

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