

## **АННОТАЦИЯ**

Диссертации на соискание ученой степени «доктора философии» (Ph.D)  
по специальности 6D072300 – Техническая физика

**КУРБАНБЕКОВ ШЕРЗОД РУСТАМБЕКОВИЧ**

### **Модификация структуры и механических свойств поверхностных слоев стали 12X18H10T при электролитно-плазменной обработке**

#### **Актуальность исследования**

Одной из главных задач современной стадий развития машиностроения и промышленности является создание энерго и ресурсосберегающих технологий, а также повышение качества, надежности и долговечности рабочих частей деталей и узлов различных машин и механизмов. В частности, для некоторых типов деталей в соответствии с особенностями нагружения при эксплуатации необходимо обеспечить высокую твердость, износостойкость поверхностного слоя и достаточно хорошую вязкость и пластичность сердцевины. Это касается деталей, которые работают в жестких условиях в контакте с агрессивными средами, высокими температурами, абразивными веществами, вызывающими как существенный износ поверхности, так и интенсивную коррозию.

Поверхностное обогащение аустенитной низкоуглеродистой стали 12X18H10T углеродом и азотом в режиме электролитного нагрева, как установлено в настоящей работе, позволяет повысить её микротвердость, износостойкость и прочность с формированием стойких покрытий путем легирования и модифицирования. Таким образом, применяя оптимальный режим ЭПО, можно улучшить механические свойства поверхности стали 12X18H10T и достичь повышения надежности и долговечности работы детали, изготовленной из этой стали.

На основании вышеизложенного, изучение и обобщение данных по влиянию свойств растворов электролитов и режимов электролитно-плазменной обработки (ЭПО) на структурно-фазовое состояние и физико-механические свойства стали 12X18H10T является актуальным.

**Целью работы** является исследование структурно-фазового состояния, механических свойств и коррозионной стойкости модифицированных поверхностных слоев стали 12X18H10T после различных режимов ЭПО с последующей закалкой.

Для достижения поставленной цели в работе решали следующие **задачи:**

- 1) разработать технологию ЭПО и установить оптимальные режимы обработки стали с целью улучшения эксплуатационных свойств;
- 2) исследовать закономерности изменения структуры и фазового состава поверхности стали при обработке в электролитной плазме;

3) изучить морфологию образовавшихся в результате ЭПО карбидных и карбонитридных частиц и субструктуру модифицированных поверхностных слоев стали;

4) установить зависимость структурных изменений, поверхностной микротвердости, износостойкости и коррозионной стойкости упрочненных слоев стали от режимов ЭПО;

В результате решения поставленных задач, будет внесен значительный вклад в физические основы ХТО сталей, по крайней мере, в понимании основных закономерностей влияния электролитно-плазменного воздействия на модификацию поверхностных слоев стали.

**Предмет исследования** – структурно-фазовое состояние, механические свойства и коррозионная стойкость стали 12Х18Н10Т до и после ЭПО.

**Объект исследования** – сталь 12Х18Н10Т – сталь аустенитного класса, конструкционного типа.

**Методы исследования.** ЭПО образцов проводили на разработанной нами экспериментальной установке. Для исследования состояния и свойств образцов до и после обработки применяли следующие методы анализа: оптическую, растровую электронную и просвечивающую электронную микроскопии, рентгеноструктурный анализ, определение микротвердости и износостойкости, распределение атомов углерода и азота в модифицированных слоях определяли с помощью оптико-эмиссионного спектрометра; шероховатость определяли на профилографе методом измерения профиля поверхности.

#### **Научная новизна.**

В работе впервые исследованы и описаны фазовый состав, структура, механические свойства и коррозионная стойкость модифицированных поверхностных слоев стали 12Х18Н10Т, обработанной в электролитной плазме при различных режимах.

Установлены оптимальные режимы электролитно-плазменной цементации, нитроцементации и азотирования образцов стали 12Х18Н10Т.

Получены новые результаты о закономерностях формирования структуры модифицированных слоев при насыщении стали азотом и углеродом, а также о фазовом составе карбидных и нитридных слоев в зависимости от режима ЭПО.

В модифицированных поверхностных слоях стали 12Х18Н10Т выявлены карбидные и карбонитридные частицы и развитая дислокационная субструктура, положительно влияющие на физико-механические свойства стали.

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1.Технология ЭПО и оптимальные режимы электролитно-плазменной цементации, нитроцементации и азотирования поверхности стали 12Х18Н10Т;

2.Основные закономерности изменения микроструктуры, субструктуры и фазового состава поверхности стали 12Х18Н10Т после ЭПО, прогнозирующие кинетику процессов цементации, нитроцементации,

азотирования для получения модифицированного слоя с заданными техническими свойствами и одновременной фрагментацией субструктуры, образованием субзеренной структуры, в которой наблюдается сетчатая дислокационная субструктура с частицами карбидов и нитридов железа по границам субзерен;

3. Особенности изменения физико-механических свойств и коррозионной стойкости стали после электролитно-плазменной цементации, нитроцементации и азотирования с последующей закалкой.

#### **Научная и практическая ценность работы.**

В данной работе было выявлено, что ЭПО поверхности стали 12X18H10T повышает ее физико-механические свойства, что является следствием изменения структурно-фазового состояния упрочненного слоя. Возникновение в нержавеющей стали 12X18H10T таких структурных составляющих как нитриды, карбиды, игольчатый мартенсит, становится возможным благодаря насыщению стали азотом и углеродом в процессе ЭПО.

В работе были разработаны инновационные патенты на изобретения: «Установка электролитно-плазменной обработки», которая предназначена для модификации и упрочнения поверхности металлических деталей различного назначения; «Способ электролитно-плазменной цементации деталей из нержавеющей стали», который заключается в нагреве детали до температуры 950-990 °С и последующей закалке в электролите, содержащем 10 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и 10 % C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>.

Методика проведения исследований, выявленные закономерности образования упрочняющих карбидных и нитридных фаз и их влияние на физико-механические свойства, могут быть использованы исследователями при модификации других видов сталей.

**Публикации.** Всего по теме диссертации опубликованы 18 печатных работ в соавторстве, из них: 6 работ (3 статьи, 3 инновационных патента) опубликованы в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК; 1 статья опубликована в зарубежном журнале с ненулевым импакт-фактором, входящем в базу данных Thomson Reuters; 2 статьи опубликованы в зарубежных изданиях, входящих в базу данных Scopus; 9 тезисов и докладов в сборниках материалов международных конференций.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка использованных источников. Она изложена на 120 страницах, содержит 74 рисунка, 6 таблиц и список использованных источников из 181 наименования.