

## АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени «доктора философии» (Ph.D)  
по специальности 6D072300-Техническая физика  
**Баятанова Ляйла Болаткановна**

### **Формирование модифицированных слоев на поверхности низкоуглеродистой стали методом воздействия электролитной плазмой**

#### **Актуальность исследования**

Вопросы использования ЭПО, и прежде всего катодного нагрева, как в научном, так и в практическом плане являются весьма актуальными.

Исследования показали эффективность применения электролитно-плазменной обработки для конструкционных сталей. Традиционно обрабатываемые материалы из этого класса сталей обладают повышенной хрупкостью поверхностного слоя и относительно низким комплексом свойств сердцевины. Использование ЭПО позволит значительно повысить свойства модифицированного слоя и сердцевины. Особенности формирования структуры конструкционной низкоуглеродистой стали 18ХНЗМА-Ш позволяют предложить новые режимы, расширяющие технологические возможности упрочняющей термообработки.

До настоящего времени структуру модифицированного слоя стали 18ХНЗМА-Ш изучали методами микроскопии невысокого разрешения, чаще оптической. Значительно более углубленные и продвинутые результаты могут быть достигнуты при применении электронной микроскопии, особенно просвечивающей дифракционной электронной микроскопии. Использование этого метода в исследованиях процесса показывает большую перспективность такого подхода. Это относится и к методической, и к практической, и к фундаментальной стороне вопроса. Поэтому в настоящей работе был развит и использован для задач обработки в электролитной плазме новый подход – использование метода просвечивающей дифракционной электронной микроскопии. Это позволит получить принципиально новые и углубленные результаты, позволяющие выявить фундаментальные особенности структуры модифицированного слоя.

**Цель работы:** разработать технологию и оптимальные режимы поверхностного упрочнения низкоуглеродистой стали 18ХНЗМА-Ш в электролитной плазме, обеспечивающих сочетание высоких характеристик механических свойств и повышенную износостойкость поверхности; исследование фазовых превращений, структуры и свойств стали, подвергнутой воздействию электролитной плазмы.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Разработать технологию и оптимальные режимы поверхностного упрочнения в электролитной плазме материала бурового инструмента из стали 18ХНЗМА-Ш и выдать практические рекомендации;

2. Исследовать структуру, фазовый состав, изменения твердости и износостойкости поверхностных слоев низкоуглеродистой стали 18ХНЗМА-Ш в зависимости от режимов электролитно-плазменной обработки;

3. Изучить особенности формирования тонкой структуры стали 18ХНЗМА-Ш при электролитно-плазменной обработке;

4. Установить количественные закономерности, характеризующие субструктуру исходной и обработанной в электролитной плазме стали 18ХНЗМА-Ш.

**Предмет исследования** – фазовый состав, структура, механические свойства модифицированных слоев стали 18ХНЗМА-Ш после электролитно-плазменной обработки.

**Объект исследования** – конструкционная низкоуглеродистая сталь 18ХНЗМА-Ш до и после воздействия электролитной плазмой, используемая при изготовлении деталей буровых инструментов.

**Методы исследования.** Оптическая микроскопия, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, методы определения твердости и износостойкости материалов.

**Научная новизна.**

Достижение сформулированной цели, в соответствии с общим планом исследований практически полностью отражает научную новизну данных, полученных в диссертации.

Получены новые экспериментальные данные о влиянии воздействия катодного нагрева в электролитной плазме на структурно-фазовые превращения в поверхностных слоях стали 18ХНЗМА-Ш.

Выявлены закономерности формирования структуры и свойств модифицированного слоя стали 18ХНЗМА-Ш при воздействии электролитной плазмой.

Впервые получены новые результаты по изучению тонкой структуры приповерхностного и переходного слоев стали 18ХНЗМА-Ш после обработки в электролитной плазме.

Определены оптимальные режимы технологии электролитно-плазменного упрочнения поверхности низкоуглеродистой стали 18ХНЗМА-Ш с возможностью контроля температуры нагрева, модифицирования поверхности, обеспечения высокой кинетической эффективности процесса диффузионного насыщения.

Показано, что формирование градиентной аустенитно-мартенситной структуры приповерхностного слоя и структуры пакетного мартенсита переходного слоя в результате нитроцементации в электролитной плазме позволяет получать повышенную твердость и износостойкость стали 18ХНЗМА-Ш.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Технология электролитно-плазменной обработки и оптимальные режимы, обеспечивающие повышение толщины модифицированного слоя и прочностных свойств низкоуглеродистой стали путем скоростного нагрева;

2. Основные закономерности структурно-фазовых превращений в стали 18ХНЗМА-Ш при электролитно-плазменной обработке;

3. Научно-обоснованные рекомендации по технологии электролитно-плазменного упрочнения стали 18ХНЗМА-Ш, как материала бурового инструмента.

#### **Научная и практическая значимость работы.**

Определены оптимальные режимы электролитно-плазменной обработки для модификации поверхности низкоуглеродистой стали с повышенными эксплуатационными свойствами.

Установлено, что после электролитно-плазменной обработки, в материале образуются карбиды и карбонитриды, которые способствуют упрочнению поверхностных слоев стали, и поэтому сведения о них важны для повышения рабочего ресурса работы изделия и его восстановления.

Результаты исследования тонкой структуры и свойств стали 18ХНЗМА-Ш, параметры субструктуры, выявленные в настоящей работе, оказывающие определяющие влияния на поверхностное упрочнение стали, могут быть учтены и применены при исследованиях модифицированных слоев других материалов.

Предложенные технология электролитно-плазменной обработки и оптимальные режимы для стали 18ХНЗМА-Ш защищены авторскими свидетельствами на изобретения, и они рекомендованы для использования на практике при изготовлении буровых инструментов АО «Востокмашзавод».

**Публикации.** Всего по теме диссертации опубликованы 25 печатных работ в соавторстве, 4 из которых изданы в журналах, 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, 3 статьи в зарубежных изданиях, входящих в базу данных Scopus, 9 статьи и 4 тезиса в сборниках материалов международных конференций, 2 статьи в сборниках материалов республиканских конференций, 2 авторских свидетельства на изобретения.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка использованных источников. Она изложена на 158 страницах, содержит 100 рисунков, 21 таблицу и список использованных источников из 182 наименований.